UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 1945 — N° 112

CONTRIBUTION A L'ETUDE des Intoxications Oxycarbonées des Gazogènes

Thèse pour le Doctorat en Médecine

(Diplôme d'État)

présentée et soutenue publiquement le 15 Juin 1945

PAR

Louis LANTA

né à LIBOURNE, le 28 Septembre 1917

Examinateurs de la Thèse :

MM. DERVILLÉE, professeur — *Président.*

LABAT, professeur ..... } *Juges.*

DE GRAILLY, professeur } *Juges.*

PIECHAUD, agrégé ..... } *Juges.*

(Travail du Laboratoire de Medecine légale de la Faculté de Médecine de Bordeaux)

LIBOURNE

IMPRIMERIE LIBOURNAISE - P. GÉLIX

68, rue Président-Carnot

1945

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 1945 — N° 112

CONTRIBUTION A L'ETUDE des Intoxications Oxycarbonées des Gazogènes

Thèse pour le Doctorat en Médecine

(Diplôme d'État)

présentée et soutenue publiquement le 15 Juin 1945

PAR

Louis LANTA

né à LIBOURNE, le 28 Septembre 1917

Examinateurs de la Thèse : MM. DERVILLEE, professeur — *Président.*
LABAT, professeur ..... } *Juges.*
DE GRAILLY, professeur } *Juges.*
PIECHAUD, agrégé ..... } *Juges.*

(Travail du Laboratoire de Medecine légale de la Faculté de Médecine de Bordeaux)

LIBOURNE
IMPRIMERIE LIBOURNAISE - P. GÉLIX
68, rue Président-Carnot

1945

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

Doyen ..... M. DUPERIE.
Assesseur ..... M. LABAT.

PROFESSEURS HONORAIRES :

M. DENIGES, BEILLE, DUPOUY, A. MANDOUL, PETGES, GUYOT
ABADIE, ROCHER, LANDE, DUVERGEY, CARLES.

PROFESSEURS :

	MM.
Clinique médicale	N.
id.	DUPERIE.
Clinique chirurg. et gynécol.	JEANNENEY.
Clinique chirurgicale	PAPIN.
Clinique d'accouchements	RIVIERE.
Anatomie pathol. et microsc. clin.	DE GRAILLY.
Anatomie	VILLEMIN.
Anatomie générale et histologie.	G. DUBREUIL.
Hygiène	LEURET.
Médecine légale et déontologie	DERVILLÉE.
Electroradiol. et clin. d'él. médic.	RECHOU.
Chimie	CHELLE.
Botanique et matière médicale	GOLSE.
Pharmacie	VITTE.
Physiologie	FABRE.
Clin. méd. des mal. des enfants.	FONTAN.

	MM.
Zoologie et parasitologie	R. SIGALAS.
Médecine expérimentale	N.
Clinique ophtalmologique	BEAUVIEUX.
Clinique chirurg. inf. et orthop.	LOUBAT.
Clin. des maladies infectieuses	DAMADE.
Chimie biologique et médicale	MACHEBŒUF.
Physique méd. et pharmaceutique.	N.
Méd. col. et clin. mal. exotiques.	BONNIN.
Clin. malad. cutanées et syphilit.	JOULIA.
Clin. des mal. des voies urinaires.	DARGET.
Clin. mal. nerveuses et mentales.	DELMAS MARSALET.
Clin. d'oto-rhino-laryngologie	N.
Toxicologie et hygiène appliquée.	LABAT.
Hydrologie thérap. et climatol.	CREYX.
Clinique odonto-stomatologique	DUBECQ.

PERY (Obstétrique). PERRENS (Maladies mentales). CHARRIER (Chirurgie générale).
FAUGERE (Obstétrique).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.
Anatomie	DUFOUR.
Physiologie	FRANCK.
Médecine générale	PIECHAUD.
id.	N.
id.	N.
id.	BROUSTET.
id.	N.
id.	SARIC.
id.	DUBARRY.
Chirurgie générale	N.
id.	MASSE.
id.	N.
id.	MAGENDIE.

	MM.
Chirurgie générale	POUYANNE.
Obstétrique	N.
id.	MAHON.
Ophtalmologie	N.
Oto-rhino-laryngologie	DESPONS.
Dermatologie et syphiligraphie	N.
Physique médicale	N.
Chimie gén. pharm. et toxicol.	CASTAGNOU.
Histoire natur. pharmaceutique	GIRARD.
Pharmacie	MESNARD.
id.	N.
Histoire natur. méd. et parasitol.	R. MANDOUL.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.
Médecine opératoire	MASSE.
Accouchements	MAHON.
Puériculture	FAUGERE.
Zoologie et parasitologie	R. MANDOUL.
Urologie	N.
Législation pharmaceutique	POPLAWSKI.
Ophtalmologie	N.
Anatomie	J. BEAUVIEUX.

	MM.
Chimie minérale	CASTAGNOU.
Botanique	GIRARD.
Cryptogamie	GIRARD.
Pharmacie galénique	MESNARD.
Bactériologie	MOUREAU.
Physiologie	Mlle ROUGIER.
Chimie biologique	TAYEAU.
Parasitologie et biologie appliqu.	PAUTRIZEL.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui l
sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donn
ni approbation ni improbation.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

Que ce modeste travail soit pour eux l'humble preuve de mon respect, de mon profond amour et de mon infinie reconnaissance.

A MES BELLES SŒURS

A MES FRÈRES

A MES NIÈCE ET NEVEUX

A TOUS MES PARENTS

A NOTRE MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR DERVILLEE

Professeur de Médecine Légale et Déontologie

Officier d'Académie

Il nous a fait le très grand honneur d'accepter la présidence de cette thèse dont il nous a inspiré le sujet.

Nous avons toujours reçu de lui l'accueil le plus affable. Il ne nous a ménagé ni son temps ni ses précieux conseils.

Qu'il nous permette de lui exprimer nos bien vifs remerciements et de l'assurer de notre respectueuse reconnaissance.

A NOS JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR LABAT

Professeur de Toxicologie et Hygiène appliquée
Pharmacien-Chef des Hôpitaux
Chevalier de la Légion d'honneur
Officier de l'Instruction Publique

Il s'est toujours interessé à notre travail. Nous avons toujours trouvé en lui un conseiller bienveillant.

Nous lui en exprimons nos remerciements et lui garderons une profonde reconnaissance.

MONSIEUR LE PROFESSEUR DE GRAILLY

Professeur d'Anatomie Pathologique et Microscopie Clinique
Médecin des Hôpitaux

Hommages respectueux.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ PIECHAUD

Médecin des Hôpitaux
Chevalier de la Légion d'Honneur
Croix de guerre - Officier de l'Instruction Publique

Hommages respectueux.

A Monsieur SERVANTON

Pharmacien
Assistant au Laboratoire de Toxicologie
et Hygiène appliquée.

Nous lui devons des indications et conseils très précieux concernant ce travail.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous tenons à remercier également Monsieur le Docteur L'EPEE, Interne des Hôpitaux, Chef de Laboratoire de Médecine Légale, Diplômé de Médecine du Travail, pour l'aide et l'encouragement qu'il a bien voulu nous apporter.

A TOUS NOS ANCIENS CAMARADES
DE CAPTIVITÉ
en particulier
à ceux du Kriegsgefangenen Lazarett VII B
de Memmingen

A la mémoire
de nos anciens camarades de
l'École du Service de Santé Militaire de Lyon
morts pour la France

A TOUS NOS MAITRES

des Facultés de Médecine de Bordeaux

et de Lyon

Avant-Propos

Jusqu'en 1939-1940, l'essence et le gaz-oil étaient à peu près les seuls carburants utilisés pour le fonctionnement des moteurs d'automobiles. Les produits gazeux nés de leur combustion sont toxiques et leur étude avait été entreprise par différents auteurs français ou étrangers. En 1934, Harrisson S. Martland avait montré que sur 250.000 voitures automobiles, 60 % contenaient des traces d'oxyde de carbone en quantité appréciable et que 7 % en contenaient suffisamment pour provoquer une syncope du conducteur après 4 heures de présence dans la voiture. En 1938, Behague Maupetit et Stéfani rapportent des observations d'intoxication par les gaz d'échappement. En 1940, Sanger, Bangor, Maine, Gilleland, Orono en rapportent également deux observations dont une mortelle, la seconde ayant entraîné un coma de 12 jours, puis une psychose aiguë avec parkinsonisme et des polynévrites périphériques sévères.

D'autres auteurs, tels en 1934 Weigert et en 1938 R. de Gaulejac et P. Dervillée, avaient étudié les troubles assez sérieux imputables à l'oxyde de carbone observés chez les usagers des voitures de tourisme ou des camions et avaient proposé certaines mesures prophylactiques.

Mais depuis la guerre, l'essence, le gaz-oil se sont raréfiés à l'extrême. Alors par nécessité un mode nouveau de transport a pris son essor : l'automobile à gazogène.

Au moment où la guerre éclata, 3 automobiles sur 1.000 étaient équipées avec des gazogènes. Durant les années 1941-1944, ce pourcentage a très rapidement augmenté et, actuellement, on peut compter que 54 % des véhicules sont dotés d'appareils à gazogènes (statistique personnelle établie

à Bordeaux en février 1945). Encore doit-on remarquer que ce pourcentage est certainement beaucoup plus faible qu'il y a quelques mois, moment où la France encore occupée n'avait pratiquement plus de carburant liquide.

Ainsi donc, en raison des circonstances, les véhicules à gazogènes ont connu un afflux de constructeurs et d'usagers et leur développement a permis de faire face, au moins partiellement, à la crise mortelle qui menaçait les transports automobiles. Mais leur utilisation, qui n'avait pas encore subi l'enseignement de l'expérience, a entraîné un nombre croissant d'accidents par intoxication que nous nous proposons d'étudier dans les chapitres suivants.

Sans doute à mesure que la Paix fera sentir ses effets bienfaisants, à mesure que les livraisons d'essence deviendront plus massives, les véhicules à gazogènes disparaîtront-ils. Nous croyons cependant qu'il n'est pas inutile de faire le point sur cette question.

Historique

Le gazogène est d'origine très ancienne et existait déjà bien avant qu'on eût l'idée de l'utiliser comme générateur de gaz combustibles. Certains observateurs s'aperçurent en effet un jour que les hauts fourneaux donnaient un gaz qui valait la peine d'être recueilli.

Vers 1814, on découvrit les qualités de ce gaz et l'on commença à s'en servir pour chauffer des appareils à air chaud, pour produire de la vapeur d'eau nécessaire aux machines soufflantes, aux pompes, aux concasseurs de minerai. Mais tout le gaz n'était pas employé et beaucoup de calories étaient perdues faute de pouvoir les utiliser convenablement.

Un peu avant 1800, Lebon, inventeur du gaz d'éclairage, avait indiqué dans son brevet la possibilité d'utiliser le gaz dans les moteurs. Mais Lebon mourut prématurément sans avoir pu pousser ses recherches plus avant.

En 1835, W. Barnet reprend ces idées et met au point un projet de moteur.

En 1861, Milion découvre à nouveau la compression préalable indiquée par Lebon. Enfin en 1862, Beau de Rochas décrit le fameux cycle à quatre temps suivant lequel fonctionne la majeure partie des moteurs.

Parallèlement à ces recherches, dès 1840 Ebelmen, Thomas et Laurent construisent les premiers gazogènes destinés à engendrer des gaz combustibles. L'air y est soufflé sous le foyer.

En 1850, on inverse le sens du courant d'air qui est soufflé par le haut des cuves alors que le gaz s'échappe sous le foyer.

En 1862, Arbos de Barcelone découvre l'autoalimentation directe du moteur par le gazógène, sans emploi de gazomètre intermédiaire.

Vers 1875, Wilson, puis Dowson construisent un gazogène qui produit un gaz par injection dans le foyer d'air et de vapeur d'eau. Ce gaz dit « pauvre » fut utilisé dans les moteurs Otto construits à Dentz et par les frères Crossley à Birmingham. Ce gazogène nécessitait toujours l'emploi d'un gazomètre encombrant. Néanmoins ce fut à la suite de ces travaux que l'emploi des gazogènes se répandit.

Tous ces appareils fonctionnaient à la houille, mais peu à peu les inventeurs créèrent des gazogènes plus légers utilisant le bois et le charbon de bois et les adaptèrent aux automobiles.

Les premiers gazogènes pour véhicules automobiles furent présentés au Maroc durant la guerre de 1914-1918.

En 1922, l'Automobile-Club de France et l'Office des Recherches et Inventions organisèrent un concours de camions à gazogène ; à partir de cette date, eurent lieu chaque année des présentations de véhicules ainsi équipés obligeant les constructeurs à perfectionner leurs appareils. Des Concours internationaux eurent lieu en 1925 et 1935 ; des concours furent organisés par l'Armée en 1927, 1928, 1929 et 1931. Des primes furent allouées aux constructeurs.

Malgré tous ces encouragements, le véhicule à gazogène ne prit pas l'extension que l'on espérait. En 1927, 865 camions à gazogène sillonnaient les routes de France.

En 1935, 1.200 simplement (d'après l'Industrie du Pétrole n° 9, 9 Septembre 1935, p. 36).

Il fallut attendre la disparition quasi-totale de l'essence sur le marché français, après l'Armistice de Juin 1940, pour voir la mise en service rapide d'un nombre toujours croissant de gazogènes.

Des Gazogènes et des Combustibles utilisés

Etude sommaire

On désigne sous le nom de gazogène un genre spécial de foyer dans lequel le combustible solide, au lieu d'être brûlé à flamme vive sur une grille alimentée par un abondant courant d'air, est d'abord soumis à une combustion incomplète qui a pour but de le décomposer en fluides gazeux, qu'on dirige ensuite et qu'on brûle là où ils doivent produire leur effet utile.

Un gazogène pour automobile comprend tout d'abord un GÉNÉRATEUR. Il se présente généralement sous la forme d'un cylindre en tôle vertical. Parfois il prend une forme parallélipipédique afin d'être moins encombrant ou de pouvoir être logé dans un coffre profilé. A la partie supérieure, se trouve un réservoir ou trémie dans lequel est emmagasiné le combustible, introduit par une porte étanche généralement placée sur le dessus de l'appareil.

A la partie inférieure se trouve le foyer.

Ce générateur comporte ou non une grille (suivant le combustible employé) mobile pour faciliter le décrassage. Sur les parois de cet appareil, on distingue également : a) l'orifice d'entrée de l'air qui est le plus souvent canalisé à l'intérieur par des parois de tôle en chicane ; cet air peut d'ailleurs être distribué par des buses, sortes de petites tubulures disposées à la périphérie du foyer ; b) un orifice de sortie du gaz.

Dans certains appareils se trouvent des « tuyères » qui

amènent l'air en des points bien déterminés du foyer où se localise une combustion vive restreinte à une petite quantité de combustible. Ces tuyères peuvent être refroidies par l'air ou par l'eau du radiateur. De tels dispositifs facilitent le démarrage ou le ralenti.

Placé en dérivation sur la tuyauterie des gaz, en un point convenablement choisi pour faciliter le remplissage de tous les appareils avant la mise en marche du moteur, se trouve l'aspirateur ou ventilateur. Destiné à effectuer l'allumage du générateur, il est actionné par un petit moteur électrique.

Au fur et à mesure de la combustion, le combustible descend de la trémie dans le foyer par son propre poids.

Au sortir du générateur, le gaz est à une température fort élevée qui nuit à la puissance du moteur et contient de la vapeur d'eau, des produits de distillation, des poussières, des cendres plus ou moins dangereux pour la bonne marche du véhicule.

Il faut le refroidir et l'épurer.

Le REFROIDISSEUR comporte un réservoir à grande surface extérieure rempli d'un faisceau de tubes métalliques munis d'ailettes qui augmentent leur surface de contact avec l'air ambiant. D'où une baisse notable de la température du gaz durant sa traversée. En outre, déjà, les grosses impuretés, soit par leur poids, soit par effet de la force centrifuge judicieusement utilisée, commencent à se déposer sur les parois de cet appareil.

Quant aux fines poussières, elles sont arrêtées par l'EPURATEUR, cylindre en tôle rempli de filtres en toile spéciale.

Le Gaz épuré doit alors être mélangé à l'air atmosphérique en proportions convenables pour obtenir le mélange détonant à envoyer dans les cylindres. Ce mélange est effectué par un MÉLANGEUR, dont le principe est identique à celui du carburateur ordinaire. C'est en somme un robinet à trois voies. Un volet commande l'admission du gaz, un autre celle de l'air, un troisième, actionné par la pédale d'accélé-

ration habituelle, commande l'admission du mélange au moteur.

Le mélange air-gaz des gazogènes est plus facilement homogène et plus intime que celui de l'essence pulvérisée et de l'air, car il s'agit ici de deux gaz de densité voisine.

Telle est dans son principe la composition d'un gazogène. Le schéma adjoint à ce chapitre en fait mieux saisir encore la disposition.

Evidemment chaque constructeur a apporté à ces grandes lignes des retouches plus ou moins nombreuses. Certains ont placé le générateur près de la cabine du conducteur, d'autres à l'arrière du véhicule, d'autres enfin ont créé des remorques spéciales. Au 30 Juin 1941, existaient 164 types de gazogènes définitivement homologués. Nous ne pouvons dans ce travail nous y appesantir.

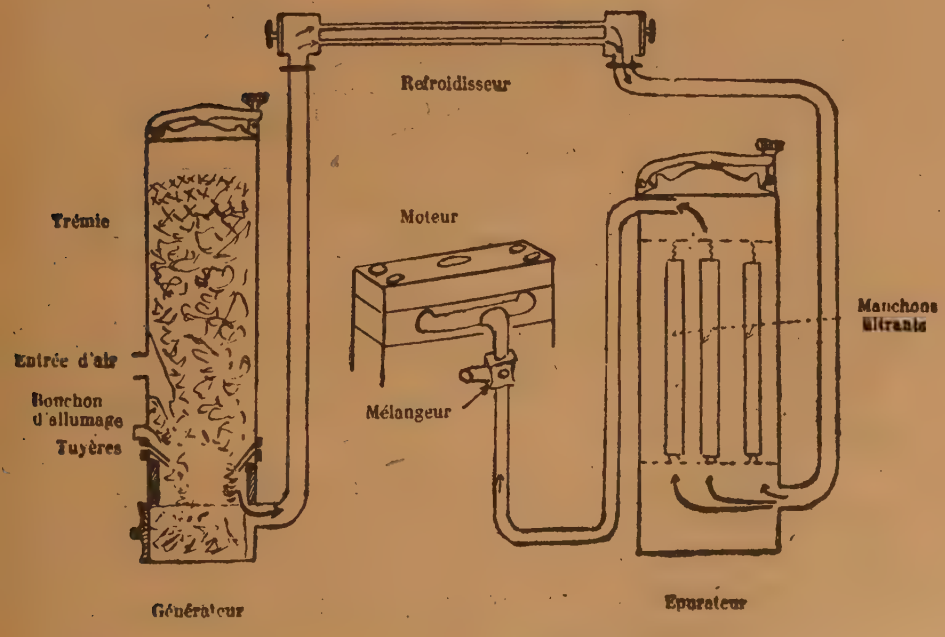


SCHÉMA DE L'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION DE GAZOGÈNE

Les Combustibles

Les plus couramment employés actuellement sont le bois, le charbon de bois, l'anthracite, les agglomérés ; le choix est d'ailleurs fait suivant les facultés d'approvisionnement dans la région où circule le véhicule. Ainsi, en Gironde, le bois de pin et le charbon de bois sont les seuls carburants utilisés.

a) LE BOIS. — Nous ne pouvons nous étendre ici sur l'étude des méthodes employées pour déterminer les qualités du bois pour gazogène. Nous donnerons succinctement les résultats de la Commission d'expérimentation du Matériel Automobile de Vincennes.

Le bois ne peut être utilisé que sous forme de rondins ayant au maximum 8 cm. de long sur 5 cm. de diamètre. Tous les bois peuvent être employés, sauf le bois vert. Pour les bois résineux, il est nécessaire d'employer un générateur spécial.

De préférence, il est indiqué d'utiliser des bois durs tels que chêne, charme, frêne, hêtre, orme. Mais le mélange de ces bois avec des bois plus tendres comme l'aulne, le bouleau, l'érable, le peuplier, constitue encore un combustible fort convenable.

En tous cas l'épuration est délicate, car la distillation du bois dégage plusieurs produits et en particulier de l'acétone, de l'acide acétique, de l'alcool méthylique, dont certains attaquent les métaux.

b) LE BOIS TORRÉFIÉ. — Le bois, notamment le pin, torréfié à 300° est un excellent combustible pour gazogène. Plus dense que le bois, il est d'une manipulation propre et facile et a l'avantage d'être fort peu hydrophile.

c) LE CHARBON DE BOIS. — Pour être utilisé dans les

gazogènes, il doit être bien dépoussiéré et bien calibré. En morceaux de 10 mm. d'épaisseur et 30 mm. de longueur, le charbon de pin donne d'excellents résultats. Des textes légaux du 14 Septembre 1940 définissent d'ailleurs les qualités que doit posséder ce produit pour pouvoir être vendu comme combustible de gazogène.

d) LE CHARBON DE BOIS GEKA. — Est obtenu par carbonisation de vieilles traverses de voies de chemins de fer. Ces traverses sont imprégnées lors de leur fabrication de créosote qui évite leur pourrissage. Par carbonisation il se produit une cokéfaction qui en fait un carburant de qualité.

e) LES AGGLOMÉRÉS DE CHARBON DE BOIS. — Le charbon de bois est friable et hydrophile. On s'est efforcé de réduire ces inconvénients en fabriquant des agglomérés. Ces produits sont obtenus en agglutinant le charbon de bois avec du goudron de bois. Le mélange est comprimé et les boulets ainsi obtenus coulent très facilement et très régulièrement dans les générateurs.

(Ex. : La Carbonite-Etat mise au point par la Poudrerie Nationale de Sevran-Livry, Seine-et-Oise.)

Dans les régions riches en mines, on a adapté les gazogènes à l'emploi d'autres combustibles.

f) L'ANTHRACITE. — Utilisé sous les noms de
Anthragaz (mines de Bessèges-Nord).
Gazorex (mines de la Grand-Combe).

g) LES AGGLOMÉRÉS DIVERS. — Obtenus par agglutination de goudron et d'anthracite, de tourbe, de lignite, de charbon de bois.

h) Enfin le COKE, obtenu par distillation de la houille à 900-1.000° ou le SEMI-COKE, obtenu par distillation à 500-600°.

i) A côté de tous ces combustibles couramment utilisés, on emploie également, beaucoup plus rarement, évidemment, la tourbe seule, la lignite, les sarments de vigne et, aux colonies, les tiges de cotonnier, les noix de coco, etc...

Il nous reste à étudier maintenant dans ce chapitre des généralités le fonctionnement du gazogène.

Le carbone du carburant, quel qu'il soit, est transformé en gaz combustible, particulièrement en Oxyde de Carbone.

Cette transformation n'est pas simple ; elle est fonction d'éléments très variables. Les phénomènes qui se produisent à l'intérieur du foyer dépendent de la température des éléments : Hydrogène, Eau, Oxyde de Carbone, Anhydride carbonique. Et cette température est elle-même fonction de facteurs externes (tels : les dimensions de gazogène), fonction aussi du combustible, de sa grosseur, de sa composition chimique, de sa teneur en produits volatils, en cendre, en eau, de son inflammabilité, de sa conductibilité, de sa réactivité, etc.

Schématiquement, on peut admettre 4 réactions principales :

1°) Combustion complète du carbone par l'oxygène de l'air suivant la réaction :

$C + 2\,O = CO^2 + 97{,}3$ calories.

2°) Réduction de la vapeur d'eau par le carbone d'après l'une des deux réactions :

a) $C + H^2\,O = CO + H^2$ avec absorption de 30 calories.
b) $C + 2\,H^2\,O = CO^2 + 2\,H^2$ avec absorption de 19,7 calories.

3°) Réaction de l'oxyde de carbone sur la vapeur d'eau :

$CO + H^2\,O = CO^2 + H^2$ avec dégagement de 9,9 calories.

4°) Enfin réduction de l'anhydride carbonique par le carbone :

$CO^2 + C = 2\,CO$ avec absorption de 39,1 calories.

Nous n'avons, dans ces réactions schématiques, tenu aucun compte de l'azote de l'air, car nous le retrouvons intact dans les gaz de sortie.

De l'examen de ces réactions, il ressort que le gaz sera d'autant meilleur que le foyer sera plus chaud. En effet, les

réactions (1 et (3) sont exothermiques, les deux autres endothermiques. Il faut donc que le calorique rendu disponible par les premières soit supérieur à ce qu'exigent les secondes, compte tenu des pertes par rayonnement et conductibilité.

Dans l'hypothèse d'un gazogène à anthracite, les réactions se compliquent d'une distillation des produits volatils carburés qui donnent naissance à des réactions secondaires multiples dont les principales sont :

$$CH^4 + H^2O = CO + 3\ H^2$$

méthane

$$CH^4 + CO^2 = 2\ CO + 2\ H^2$$

$$C^2H^4 + 2\ H^2O = 2\ CO + 4\ H^2$$

éthylène

Ainsi, toutes ces réactions produisent de l'oxyde de carbone qui vient enrichir le gaz combustible. Si la température est insuffisante pour transformer en CO tout le méthane et l'éthylène, il passe des goudrons en quantité variable, susceptibles d'encrasser le moteur.

Le tableau suivant dressé par Bunte montre bien l'importance de la température sur la qualité du gaz obtenu :

Température du Foyer	Composition du Gaz en Volume			Vapeur d'Eau	
	H^2	CO	CO^2	DISSOCIÉE	NON DISSOCIÉE
674°	65,2 %	4,9 %	28,9 %	8,8 %	91,2 %
861°	59,9 %	18,1 %	21,8 %	48,2 %	51,8 %
1.125°	50,9 %	48,5 %	0,6 %	99,4 %	0,6 %

La composition du gaz varie beaucoup aussi évidemment avec le combustible utilisé. Le tableau ci-après permet de s'en rendre compte rapidement.

COMBUSTIBLE	VOLUME DE CO DÉGAGÉ EN 15 MINUTES A 1.000° EN M³ PAR TONNE
Aggloméré de charbon de bois traité à froid .	310
Charbon de bois à taux de carbonisation 45,1 %, température de carbonisation 400°	157
Charbon de bois à taux de carbonisation 20 %, température de carbonisation 550-575°	374
Charbon de bois à taux de carbonisation 20 %, température de carbonisation 700-750°	423
Semi-Coke	8,5
Aggloméré de charbon de terre	44

Quant au gaz de bois, sa composition est en moyenne la suivante :

Oxyde de Carbone	20 à 30 %
Hydrogène	10 à 18 %
Méthane	1 à 3 %
Anhydride carbonique	2 à 10 %
Azote	46 à 60 %

Il s'agit là bien entendu des gaz produits à l'intérieur du gazogène. Les gaz d'échappement ne contiennent que 0,005 % de CO. Des teneurs supérieures n'ont été notées que si les gaz d'échappement sont incomplètement brûlés ou à l'arrêt (0,01 à 0,03 %). Encore ces teneurs sont-elles dues principalement au gaz se dégageant directement du gazogène, surtout au moment du rechargement (Castrovilli 1938) ou si un défaut d'étanchéité permet au gaz de se répandre au dehors (Kling 1941).

Il nous faut remarquer que ces chiffres sont relativement faibles par rapport à ceux trouvés par Henderson dans les gaz d'échappement d'automobiles alimentées à l'essence de pétrole. Les gaz contiendraient 7 à 12 % de CO et jusqu'à 15 % dans de mauvaises conditions.

La Clinique des Intoxications par Gazogènes

Nous venons de voir dans le chapitre précédent que le gaz obtenu dans les gazogènes renferme en moyenne 20 à 30 % d'oxyde de carbone. Cette forte proportion de gaz toxique explique les accidents rencontrés dans la pratique journalière.

Grâce à l'amabilité de M. le docteur Lapeyronnie, médecin-chef du Corps des Sapeurs-Pompiers de la ville de Bordeaux, et à la complaisance des Officiers de ce Corps, il nous a été possible de relever la statistique des intoxications oxy-carbonées causées par les gazogènes à Bordeaux durant les années 1940-1944 inclus. Cette statistique reproduite ci-dessous montre bien la fréquence de ces accidents :

MOIS	NOMBRE DE CAS D'INTOXICATIONS						OBSERVATIONS
	1940	1941	1942	1943	1944	TOTAL	
Janvier ...	0	0	13	8	7	28	
Février	0	0	7	3	4	14	
Mars	0	0	5	3	4	12	
Avril	0	0	3	2	1	6	
Mai	0	0	0	2	6(A)	8	(A) dont 2 décès
Juin	0	0	0	1	1	2	
Juillet ...	0	0	1	2	1	4	
Août	0	0	1	2	2	5	
Septembre	0	3	4	5	0	12	
Octobre ...	0	2	0	1	4	7	
Novembre .	0	1	4	9	3	17	
Décembre .	0	0	4	7	14	25	
	0	6	42	45	47	140	

Nous ne relevons sur cette statistique que 2 décès pour 140 cas, soit environ 1,5 % des cas. Tous les autres furent considérés comme légers par les médecins appelés auprès des malades.

Certes il y eut à chaque fois perte de connaissance, mais les soins pratiqués ramenèrent rapidement (de quelques minutes à 1 heure maximum) les sujets à la vie.

Nous allons exposer successivement d'une part quelques observations que nous avons pu recueillir à différentes sources, d'autre part un certain nombre d'observations personnelles concernant des sujets que nous avons eu l'occasion d'interroger ou de suivre aussitôt après leur intoxication.

Les Faits

A) LES INTOXICATIONS AIGUES.

OBSERVATION I

(Tirée de la notice éditée par la Compagnie d'Assurances l'Urbaine et la Seine)

Dans un garage assez vaste, le chauffeur allume le générateur d'un autobus à gazogène et lance le ventilateur électrique afin d'activer le tirage. Il va ensuite verser deux litres d'essence dans le réservoir situé sous le capot près du tuyau de sortie de gaz du ventilateur. Le chauffeur qui se trouve ainsi à proximité immédiate du dégagement de gaz en absorbe massivement. Il monte dans la cabine et s'affaise après quelques instants. Huit minutes s'étaient écoulées depuis la mise en marche du ventilateur.

OBSERVATION II

(De même source)

Près de Mazamet, les deux chauffeurs d'un camion à gazogène l'arrêtent au milieu de la nuit et s'endorment à l'intérieur de la cabine après avoir lancé le ventilateur électrique afin d'entretenir le feu. Les deux chauffeurs sont mortellement intoxiqués par les gaz qui s'échappent du tuyau de sortie de gaz du ventilateur, tuyau placé sous le capot sans débouché extérieur — et qui s'infiltrent dans la cabine.

OBSERVATION III

(Due à l'obligeance de M. le Médecin Capitaine Bureste)

M. R..., 38 ans, mécanicien dans un village des Landes, près de Lugos, se rend un matin dans son garage particulier mettre sa voiture en route. Il s'agit d'une camionnette équipée avec un gazogène à charbon de bois. Après avoir allumé le générateur, il met en marche le ventilateur électrique, dont le tuyau de sortie de gaz est situé sous le moteur. Il veut alors réparer ce dernier et se glisse sous la voiture. Cinq minutes après environ, un de ses amis le trouve inanimé. Le malade est transporté à l'air libre et l'on appelle d'urgence le médecin chef du camp de prisonniers voisin. La respiration artificielle est pratiquée ainsi qu'une injection intra-veineuse d'huile camphrée. Le malade revient assez rapidement à lui.

Dans les jours qui suivirent, on nota une hypertension à 20/12, mais il fut impossible de savoir avec précision si cette hypertension existait avant l'intoxication ou s'il s'agissait réellement d'une séquelle de l'accident.

OBSERVATION IV

(Observation personnelle)

a) Le 20 février 1944, Mlle J..., 18 ans, demeurant à Saint-Médard-de-Guizières (Gironde), monte dans une camionnette fonctionnant avec un gazogène à charbon de bois, dont le tuyau de sortie du ventilateur se trouve sous le capot sans aucune communication avec l'extérieur. Toutes les fenêtres de la cabine sont fermées. Sur l'ordre de son père, elle met le ventilateur en marche. Au bout de 3 à 4 minutes, elle se plaint d'une grande lassitude, de céphalée, de nausées, de faiblesses dans les jambes, de courbature généralisée. Elle sort rapidement de la voiture et tous les symptômes se dissipent rapidement sans que la malade pense à ce moment à une intoxication par les émanations du gazogène.

b) Le 10 mars, à Libourne, cette même personne monte dans

une camionnette Delage fonctionnant encore avec un gazogène à charbon de bois. Le ventilateur, dont le tuyau de sortie se trouvait à nouveau sous le capot sans communication avec l'extérieur, marchait depuis 5 minutes. Une portière était ouverte. En montant dans la voiture, la jeune fille veut mettre des pommes dans un filet qui se trouve au-dessus du siège et en laisse échapper une. Elle se baisse alors pour la ramasser. Elle éprouve alors de grands vertiges et une céphalée intense, se relève brusquement en s'écriant : « Oh ! que j'ai mal de tête » et tombe sans connaissance. Immédiatement transportée à l'air libre, elle revient à elle au bout d'une dizaine de minutes (aux dires des témoins de l'accident), mais pendant 5 jours elle se plaint de céphalée importante, de vertiges, de palpitations cardiaques, d'anorexie.

Puis tous ces symptômes disparaissent peu à peu.

OBSERVATION V

(Observation personnelle)

Le 6 mars 1945, à 15 heures, M. Z..., 40 ans, demeurant à Bordeaux, conducteur de camion dans une usine, met en marche le ventilateur de son camion. Le véhicule est en stationnement dans un grand garage où travaillent 6 autres ouvriers. Il est équipé d'un gazogène à charbon de bois. Le tuyau de sortie du ventilateur court verticalement le long de la cabine et se termine par un coude à 60° environ tourné vers l'arrière du véhicule.

M. Z... descend de la cabine et fait le tour de son camion à trois reprises pour s'assurer que tout est en ordre de route. Au troisième tour, ses camarades sont tout étonnés de l'entendre brusquement tenir des propos incohérents, crier et de le voir gesticuler et tituber comme un homme ivre, alors qu'auparavant il était absolument normal. Croyant à une plaisanterie, ils ne s'occupèrent du malade que 2 à 3 minutes plus tard, quand M. Z... s'affaise en criant au secours.

Il est alors transporté à l'air libre et les pompiers alertés lui

font respirer un peu de carbogène. Le malade revient à lui mais, comme le pouls est filant, un médecin pratique une injection sous-cutanée de solucamphre.

M. Z... est ramené chez lui dans un état de prostration assez prononcé.

OBSERVATION VI

(Observation personnelle)

Le 15 février 1945, dans une gare routière, 2 autocars en partance sont rangés côte à côte. L'un d'eux, équipé d'un gazogène Gohin-Poulenc à charbon de bois, a son ventilateur en marche. Le tuyau de sortie de ce ventilateur est situé sous l'aile avant gauche, à hauteur de la portière du second autocar, qui à ce moment est ouverte. Tous les gaz qui s'échappent sont ainsi refoulés à l'intérieur de cette seconde voiture. Au bout de 10 minutes environ, les 9 personnes assises aux premières places se plaignent de vertiges, de céphalées. Elles descendent aussitôt et paraissent comme ivres. Quelques inspirations profondes d'air pur suffisent à ramener à la santé ces intoxiqués légers.

OBSERVATION VII

(Observation personnelle)

Le 10 janvier 1942, à 5 heures du matin, M. G..., 42 ans, chauffeur d'autocar, demeurant à Bordeaux, se rend dans son garage pour mettre le véhicule en marche. Celui-ci est stationné capot contre le mur, arrière tourné vers la porte de sortie du garage ouverte durant toute la mise en route. La voiture est munie d'un gazogène Gohin-Poulenc à charbon de bois. L'orifice de sortie du ventilateur se trouve à l'avant du capot, sous le pare-chocs, à 50 centimètres du sol, à gauche de la manivelle.

M. G... « fait les gaz », puis au bout de 5 minutes, essaye de mettre en route au démarreur électrique. N'y parvenant pas, il va tourner la manivelle. Au troisième essai, il ressent de violents

vertiges et des nausées avec crampe stomacale. Il relève la tête, mais tombe aussitôt sans connaissance. Il est transporté à l'air libre par un témoin de l'accident. Malgré les soins pratiqués rapidement par un médecin, le malade reste deux heures inanimé. Au bout de ce temps, il revient peu à peu à lui ; toutefois il reste incommodé durant une huitaine de jours, se plaignant surtout de céphalée violente, de lassitude et d'anorexie.

Peu à peu tous ces symptômes disparaissent sans laisser de traces. Cependant le patient précise que depuis cet accident les émanations les plus légères de gazogène à charbon de bois lui occasionnent des malaises (nausées, petits vertiges, légère angoisse précordiale), faits qui ne se produisent pas avec les émanations de gazogènes à bois.

OBSERVATION VIII

(Observation personnelle)

Le 30 juillet 1940, M. C..., 33 ans, demeurant à Bègles (Gironde), remontait l'équipement électrique dans la cabine d'un camion Bull-Dog Renault équipé d'un gazogène à charbon de bois dont le tuyau de sortie du ventilateur se trouvait sous la carrosserie. Dans le garage, des portes ouvertes établissaient un courant d'air assez important. Le ventilateur du camion marchait depuis 15 minutes environ, lorsque M. C... se sent mal à l'aise et se plaint de crampe d'estomac. Comme il est 9 heures du matin, il croit avoir faim, descend du véhicule et se rend à son placard, situé à 15 mètres, prendre son « casse-croûte ». Il veut alors s'asseoir mais tombe sans connaissance. Il reste évanoui une minute environ, revient à lui quelques instants, puis retombe sans connaissance.

On le transporte alors chez un médecin. Celui-ci pratique des inhalations d'oxygène qui rapidement ramènent la conscience mais entraînent de nombreux vomissements. Des tonicardiaques sont injectés.

Ramené chez lui, le malade se plaint, durant 8 jours, d'une

céphalée fronto-occipitale très violente, de nausées suivies fréquemment de vomissements. En outre il éprouve de l'anorexie, des palpitations, une certaine lassitude.

Des recherches faites sur le camion ont montré l'existence de fuites dans le tuyau du ventilateur et de fissures dans le plancher de la cabine.

Depuis cet accident, le sujet travaille dans un autre garage (15 voitures et camions). A plusieurs reprises, il a présenté des vertiges, des douleurs thoraciques, des nausées, chaque fois qu'un gazogène à charbon de bois était en marche. Il précise d'ailleurs lui-même que les émanations des gazogènes marchant au bois ne le gênent nullement.

OBSERVATION IX

(Observation personnelle)

Le 20 décembre 1944, M. L..., 43 ans, demeurant à Bègles (Gironde), travaillait à l'entretien des voitures dans un garage contenant une quinzaine de véhicules. Une automobile Citroën à gazogène à bois Imbert est mise en marche. Rapidement le sujet se plaint de céphalée frontale et de constriction thoracique. Il continue néanmoins à travailler. Après le départ de la voiture, son état s'améliore un peu. Il rentre chez lui, mais le lendemain il présente de nombreux vertiges, des vomissements, des palpitations. La douleur thoracique persiste ainsi que la céphalée. Un médecin consulté diagnostique une intoxication par émanations de gazogène et met le malade au repos. Durant 15 jours, persistance des divers symptômes. Au moment de notre examen, l'état du malade s'améliore peu à peu. Seuls persistent encore quelques palpitations cardiaques. L'examen somatique est normal par ailleurs.

Nous nous excusons de la brièveté des faits que nous venons de rapporter, mais l'état des malades n'a jamais nécessité leur transport dans un service hospitalier, si bien qu'il a été impossible de les suivre davantage au point

de vue clinique. Nous ne pensons pas cependant qu'il y ait là une lacune très importante. Il s'agit en effet simplement d'une intoxication banale par l'oxyde de carbone dont la symptomatologie est classique. Une remarque cependant doit être faite à propos de l'intoxication oxycarbonée des gazogènes.° L'intoxication est à peu près toujours de très courte durée. Ce fait, très important, entraîne quelques particularités dans la symptomatologie.

L'intoxication aiguë par CO réalisée par les gazogènes peut se présenter en effet de deux façons :

1°) L'INTOXICATION MASSIVE, rare, qui entraîne la perte complète et subite de la connaissance et d'habitude la chute brutale du sujet suivie de convulsions et de mort. Dans certains cas, vraiment foudroyants, les corps sont fixés par un spasme cadavérique dans l'attitude qu'ils occupaient au moment de l'accident.

2°) L'INTOXICATION AIGUE PROPREMENT DITE, beaucoup plus fréquente. Nos observations permettent d'en étudier les différents symptômes.

Après un temps très court de contact avec l'atmosphère nocive (de 1 à 8 minutes environ), le malade se plaint d'une violente céphalée, de vertiges, de nausées. Il accuse une sensation de malaise, de lassitude avec angoisse précordiale. Parfois peut se réaliser un syndrome d'agitation avec titubation, démarche ébrieuse.

Et brusquement il présente un dérobement des jambes et tombe sans connaissance. Il entre alors dans un coma profond. Il est inerte, insensible. Mais, le plus souvent, le malade étant retiré aussitôt du milieu toxique, les gros signes classiques de l'intoxication oxycarbonée n'ont pas le temps d'apparaître.

La respiration par contre est ralentie, irrégulière, entrecoupée de pauses simulant un rythme de Cheyne-Stokes. Le pouls est petit, mou, rapide, accéléré à 110-120 et plus. La tension artérielle est rapidement basse, les bruits du cœur

sont sourds et cette tendance au collapsus représente l'un des facteurs de gravité les plus importants.

L'examen du malade montre l'absence de symptômes d'une localisation nerveuse. Il n'existe pas de paralysie évidente. Les pupilles sont paresseuses. Les réflexes sont normaux. Certains auteurs ont noté un relâchement des sphincters, la possibilité de convulsions, de spasmes, de crises de rigidité. Nous n'en avons pas trouvé d'exemples. Il n'existe pas en général de signes méningés.

De la rapidité du traitement, dépendra l'évolution de ce coma :

ou bien la mort survient par collapsus (rare), par infarctus ou œdème pulmonaire, ou bien, dans les cas favorables, le malade sort peu à peu du coma ; il reprend conscience mais reste obnubilé pendant quelques heures.

La durée du coma est fort variable : nous avons noté des comas de quelques minutes à 2 heures maximum. Certains auteurs en ont vu persister 36 heures et plus.

La convalescence est longue : une dizaine de jours environ pendant lesquels le malade reste fatigué, le pouls rapide, avec des céphalées, des vertiges.

A côté du coma oxycarboné, le plus fréquemment rencontré, il existe d'autres formes aiguës sans coma, qui ont été signalées par différents auteurs. Fiessinger et Boudin ont eu l'occasion de donner des soins à un malade de 40 ans (sujet ne présentant ni hypertension ni athérome) qui, après un séjour de 2 heures dans un autocar, avait ressenti un malaise et de violents maux de tête. A sa descente il titubait comme un homme ivre et était tombé. A l'examen, ce malade présentait des signes d'hémorragie cérébro-méningée : hémiplégie droite, raideur de la nuque, signe de Kernig, abolition bilatérale des réflexes tendineux, signe de Babinski bilatéral.

Ces phénomènes, bien que rares, sont utiles à connaître, surtout au point de vue médico-légal.

LES COMPLICATIONS. — Nous n'avons relevé aucune complication chez les malades que nous avons personnelle-

ment examinés dont certains ont été intoxiqués il y a 3 ou 4 ans.

Il peut cependant s'en produire. Ce sont alors toutes les complications classiques de l'intoxication banale par CO, en particulier les complications nerveuses qui ont été remarquablement étudiées par Henri Desoille, dans sa thèse sur les troubles nerveux dûs aux asphyxies aiguës. Nous nous contentons de rappeler de façon schématique ces diverses complications.

a) COMPLICATIONS PSYCHIQUES :

AMNÉSIES : de fixation ou antérograde,
de conservation et de reproduction ou rétrograde.
antéro-rétrograde.

ETATS CONFUSIONNELS : Confusion mentale légère, à forme délirante, à forme stupide, à forme démentielle.

Vésanies durables.

b) SYNDROMES SPÉCIAUX D'ORIGINE CENTRALE :

Etat akinéto-hypertonique avec mutisme.
Etat parkinsonien.
Etat hyperkinétique : tremblement, mouvement choréoathétosique.
Syndrôme thalamique.
Epilepsie.

c) PARALYSIES OXYCARBONÉES :

PARALYSIE D'ORIGINE centrale due à un ramollissement cérébral par Thrombose ;

DU CORPS STRIÉ : forme quadriplégique, hémiplégique, ou paraplégique avec ou sans aphasie.

PARALYSIE PAR NÉVRITE par compression du facial, du médian, du radial, par hémor-

ragie intratronculaire ou hématome juxta-tronculaire.

PARALYSIE NÉVROPATHIQUE OU HYSTÉRIQUE.

PARALYSIE A TYPE DE POLYNÉVRITE périphérique admise par Brissaud et Rendu, mais niée par Balthazard et Desoille qui n'admet que des « anoxinévries » par état antérieur, chez de très rares sujets d'ailleurs. La lésion nerveuse ne pourrait se produire qu'à la suite de l'action de l'anoxhémie due à CO sur un nerf lésé antérieurement, par l'alcoolisme en général.

d) AUTRES COMPLICATIONS :

NÉVRALGIES - RACHIALGIES.

TROUBLES OCULAIRES : amblyopie, scotome scintillant, paralysie de la musculature externe.

BOURDONNEMENTS D'OREILLE, surdité.

ERUPTIONS BULLEUSES, zostériformes, gangrène cutanée, cyanose des extrémités.

PNEUMONIE DE DÉGLUTITION, abcès pulmonaires, pleurésies, œdème aigu du poumon.

Possiblité, d'après un certain nombre d'auteurs (Américains, Suisses et Allemands), de troubles secondaires du rythme cardiaque avec modification des tracés électrocardiographiques. Lœper, Varay et Chassagne ont rapporté un cas de ce genre chez un homme de 23 ans. Ces troubles ont disparu 6 semaines environ après l'intoxication.

ALBUMINERIE OU AZOTÉMIE isolée élevée. Duvoir a publié un cas unique de néphrite.

DIAGNOSTIC DIFFÉRENTIEL. — Nous ne pensons pas

qu'un diagnostic diffétentiel très poussé soit à faire. Les données mêmes de l'accident suffisent à faire porter le diagnostic. Une seule intoxication pourrait peut-être se dicuter : l'intoxication alcoolique. Mais les trémulations musculaires, l'odeur de l'haleine, l'aspect et l'odeur des vomissements permettent d'éviter la confusion. L'anecdote suivante en est la preuve :

Le 6 Mars 1945, à 19 heures, les Sapeurs-Pompiers de Bordeaux sont appelés d'urgence pour donner des soins à un intoxiqué par gazogène, gisant sur la chaussée, près de son camion, rue Camille Godard. A leur arrivée, ils constatent qu'il s'agit en réalité d'un homme ivre tombé sans connaissance à côté d'un camion à gazogène en stationnement. Les passants s'étaient laissés tromper par les apparences, mais l'odeur de vin exhalée par le sujet permit rapidement aux pompiers d'éliminer la possibilité d'une intoxication professionnelle.

B) LES INTOXICATIONS CHRONIQUES.

Nous croyons devoir rappeler en détail l'observation princeps de MM. Lœper et Gautier qui ont eu l'occasion d'examiner un certain nombre d'ouvriers dans un garage qui utilise près de 80 gazogènes.

Les constatations de ces auteurs ont été les suivantes :

« Chaque matin entre 7 et 9 heures, le charbon est allumé en même temps dans les diverses voitures, les tuyaux des gazogènes déversent dans l'atmosphère des fumées de plus en plus riches en CO et les conducteurs de voiture ou ouvriers, assis sur les marchepieds ou penchés sur leurs appareils, observent le jet de fumée jusqu'à ce qu'il puisse prendre feu et produire une belle flamme bleue.

Le Docteur Guyon, chef du Laboratoire d'hygiène de la ville, a constaté dans l'air du garage des taux de CO oscillant entre 1/3.000 et 1/14.000 suivant le nombre des appareils, l'heure du prélèvement et la hauteur du niveau du sol à laquelle était fait le prélèvement. Tout près de l'appareil, à 50 cm. du sol, le taux était certainement plus élevé.

Dès la fin octobre, d'après l'un des auteurs, les ouvriers ont accusé quelques troubles digestifs, des céphalées et des vertiges, rarement des accidents plus sérieux. Deux d'entre eux ont été conduits à l'hôpital St-Antoine, les autres ont été simplement envoyés en consultation. Tous présentaient une certaine érythrose faciale, de la céphalée, quelques vertiges, un peu d'instabilité sécrétoire, un pouls quelquefois arythmique avec deux fois des extra-systoles évidentes, et en général assez ralenti, mais tous ces accidents étaient passagers, légers, fugaces, et cédaient à quelques bouffées d'air. Le cœur, le rein, le système nerveux ne paraissaient pas touchés.

Le taux d'oxyde de carbone du sang a été dosé par Truffert et Tonnet chez 5 malades. Il fut chez le sujet le plus atteint de 81 ‰, de 61 ‰, 17 ‰ et 5 ‰ après respectivement 7, 11, 17 jours d'intoxication, ce qui prouve la persistance de CO dans les intoxications prolongées. Il ne fut chez les autres que de 8 ‰, 6 ‰ et 6,4 ‰, mais il atteignit une fois 21,6 ‰. La proportion d'oxygène dans le sang était chez tous de 12 à 16 ‰, chiffre anormal, sauf chez un malade qui fut traité par l'oxygénothérapie et chez lequel on trouva 26 ‰. Le CO^2 du sang et l'azote variaient peu.

Les auteurs ont procédé chez ces malades à des examens hématologiques dont les résultats sont consignés dans le tableau ci-après :

	CO	HEMATIES	HEMOGLOBINE	LEUCOCYTES
L		4.680.000	90	6.200
P	6	4.880.000	90	6.200
L	6,4	4.560.000	90	5.800
L	21,6	4.460.000	90	6.200
B		4.380.000	90	6.400
R		4.320.000	85	5.800
M	46	4.360.000	85	6.200

Leurs conclusions sont les suivantes : Chiffre d'hématies normal ou un peu élevé - leucocytose normale - Hémoglobine subnormale - Polynucléose banale - Eosinophilie à peine de 2 %.

L'électrocardiogramme n'a pu être pratiqué que 4 fois. Il montre 2 fois une bifidité de P, 2 fois une forte angulation de T, 1 fois un affaissement marqué de S, en un mot des variations légères mais si fréquentes « qu'elles sont presque carastéristiques ». Jamais ils n'ont noté de signes coronariens, comme on en observe parfois dans les intoxications graves.

L'azotémie n'atteint point de gros chiffres. Elle est cependant supérieure à la normale chez 3 malades différents ; on a noté une fois 0,48, une seconde fois 0,56 et une troisième fois 0,62.

Le volume des urines n'est pas diminué. On ne trouve, à l'analyse, aucun élément pathologique. »

On peut dégager de cette observation et des publications antérieures la physionomie générale de ces intoxications chroniques.

1°) SYMPTOMES NERVEUX ET PSYCHIQUES. — L'asthénie musculaire est une manifestation à peu près constante, portant de préférence sur les membres inférieurs. Les réflexes sont en général un peu diminués. Les vertiges sont fréquents, la céphalagie précoce s'accompagnant d'une sensation constrictive. La photophobie, les éblouissements, les bourdonnements d'oreilles ne sont pas exceptionnels.

Les malades dorment mal. Leur caractère devient irritable.

2°) SYMPTOMES CUTANÉS. — La peau peut être le siège de troubles trophiques et être parsemée de plaques de cyanose, de taches de purpura, de vésicules de zona ou d'ulcérations.

3°) SYMPTOMES HÉMATOLOGIQUES. — En ce qui concerne la formule sanguine, cette dernière ne paraît pas modifiée dans la plupart des cas d'intoxication par gazogène.

4°) SYMPTOMES DIGESTIFS. — On note parfois de l'anorexie, des dyspepsies pouvant conduire au diagnostic d'ulcus ou de cancer gastrique.

5°) SYMPTOMES CARDIAQUES. — Consistant en palpitations, crises d'angoisse, troubles du rythme. Des signes électrocardiographiques d'une altération du myocarde se rencontrent assez fréquemment. Steinmann les a observés 21 fois sur 30 cas, tant dans les cas bénins que dans les cas graves, sans qu'il y ait concordance entre la gravité de l'intoxication et l'électrocardiogramme. Un tracé absolument normal ne s'observe que dans les intoxications de nature très bénigne. Avec l'évolution favorable de l'intoxication, les modifications électrocardiographiques ont coutume de rétrocéder. Steinmann n'a pu constater qu'une fois une atteinte définitive du myocarde à la suite d'une intoxication d'ailleurs légère. Toutefois dans cette observation l'état antérieur semblait avoir joué un rôle nettement prédominant.

En général, même chez les malades qui se plaignent de troubles cardiaques depuis l'intoxication, l'examen électrique ne peut confirmer l'existence d'une lésion du myocarde.

L'auteur pense que les modifications rencontrées le plus souvent et généralement réversibles (déformation de l'intervalle ST consistant le plus souvent en un abaissement du tracé, plus rarement en une élévation par rapport à l'axe isoélectrique, en allure curviligne, aplatissement de T), sont la conséquence de l'anoxémie du myocarde, tandis que les altérations plus rares (allongement du temps de conduction) doivent être mises sur le compte des hémorragies qui sont la résultante des lésions vasculaires produites par l'oxyde de carbone.

6°) SYMPTOMES RESPIRATOIRES. — Bronchites, accidents asthmatiformes, aggravation de lésions tuberculeuses.

7°) SYMPTOMES RÉNAUX. — Glycosurie modérée de 5 à 15 grammes, ou albuminerie légère.

Aucun de ces symptômes n'est caractéristique. Seule la

recherche de CO dans le sang est pathognomonique. Les recherches de Lœper ont montré que le taux de CO sanguin pouvait atteindre 80 ‰ dans les formes graves.

En l'absence de ce test, le diagnostic différentiel est fort délicat du fait même du polymorphisme de cette intoxication. Anémie de Biemer, encéphalite léthargique, ulcère ou cancer gastrique, angor pectoris seront souvent à discuter. L'alcoolisme chronique peut simuler aussi tous les malaises que nous venons de décrire. D'où de nombreux problèmes médico-légaux.

Même lorsqu'on est en possession du taux d'oxyde de carbone sanguin, quelques erreurs sont à craindre. Grehant, en 1860, a le premier montré que le sang contient du CO à l'état normal (0^{cc} 1 %) ; c'est l'oxycarbonémie endogène très étudiée actuellement. On peut d'ailleurs trouver des chiffres fortement augmentés dans différentes maladies : asthme, hépatite, anémie, érythrémie (3,6 - 5 %). D'autre part, Schmidt en 1940 a pu mettre en évidence que ce taux était très augmenté chez les fumeurs. Il a trouvé en effet 1^{cc} 45 de CO pour 100^{cc} de sang chez des sujets fumant plus de 30 cigarettes par jour, 0^{cc} 45 pour 10 à 20 cigarettes, 0^{cc} 30 pour moins de 10 cigarettes.

Nous avons cru devoir rappeler ces quelques notions concernant l'intoxication chronique par l'oxyde de carbone, bien que nous n'ayons pas eu l'occasion d'en observer de cas personnels. D'ailleurs l'étude de cette intoxication nécessite des recherches particulières (tracés électrocardiographiques, Microdosage de l'oxyde de carbone dans le sang) qu'il nous a été impossible d'envisager dans ce travail.

Conditions d'Intoxication

Reprenant l'étude des statistiques et des observations publiées dans le chapitre précédent, nous allons chercher à dégager les conditions dans lesquelles se produisent les intoxications.

1°) Un premier fait frappe dès la lecture de la statistique des Sapeurs-Pompiers de Bordeaux : C'est l'hiver que se produisent la plupart des accidents — 68 % durant les mois de Novembre à Mars. Cela se conçoit aisément. Les chauffeurs allument leur générateur dans les garages, toutes portes fermées et les émanations toxiques lèsent plus facilement l'organisme.

2°) Le second point important sur lequel nous devons attirer l'attention est le rôle du combustible. Sur les 10 cas d'intoxication aiguë que nous présentons, 8 se sont produits sur des véhicules munis de gazogène à charbon de bois. Pour les 2 premiers cas, d'ailleurs, nous manquons de précisions sur le carburant utilisé. Quoi qu'il en soit, cela représente une proportion minima de 80 % des accidents survenant chez des usagers de gazogène à charbon de bois. Une enquête que nous avons menée auprès de chauffeurs de gazogène nous a permis du reste de vérifier que dans le grand public ce fait est bien connu... sans qu'on en fasse grand cas.

3°) De toutes façons, quel que soit le carburant utilisé, les accidents ne se produisent que lorsque le ventilateur marche seul ou lors des tout premiers kilomètres. Lorsque le véhicule est lancé sur la route, la combustion de CO se fait régulièrement et, à moins de fissures ou de fuites dans les canalisations, les dangers d'intoxication sont minimes. Bien au contraire, lorsque seul fonctionne le ventilateur, le gaz rejeté

est extrêmement riche en CO et par suite des erreurs fréquentes d'installations du tuyau de sortie de ce ventilateur, les dangers courus par les usagers sont immenses. Il suffit de relire les observations 1, 3, 4, 6, 7 pour s'en persuader.

4°) Les fuites des canalisations, les fissures des planchers des véhicules expliquent une partie des accidents survenant dans des automobiles ayant roulé pendant longtemps (Observation 8).

5°) Enfin, à côté de ces causes purement matérielles, il nous faut bien admettre que l'imprudence de l'usager entraîne pour une large part l'accident. Le conducteur qui s'endort dans sa cabine, qui se glisse sous son moteur en laissant le ventilateur en marche peut en quelques secondes perdre la vie, ou au moins être gravement intoxiqué (Observations 2, 3).

Ayant ainsi défini les conditions principales d'intoxication, nous avons essayé de nous rendre compte si, dans les conditions normales d'utilisation d'une voiture à gazogène, on trouvait de grandes quantités de CO dans l'atmosphère des différentes parties du véhicule, faisant ainsi des dosages déjà effectués par différents services nationaux. C'est ainsi que la Commission d'expérimentation du matériel automobile de l'Armée avait montré, il y a plusieurs années, que la teneur en CO ne dépassait pas 18/100.000 dans la carrosserie, 10/100.000 dans la cabine du conducteur.

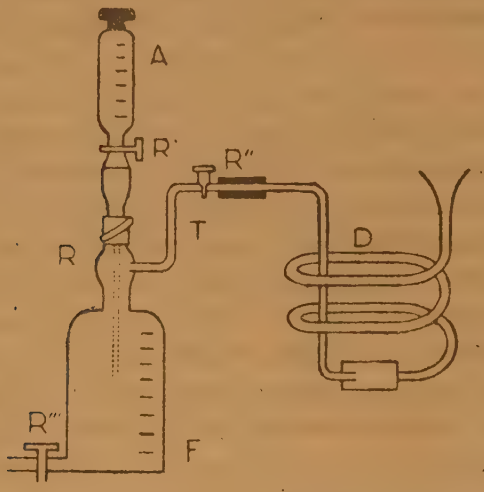
Grâce à l'amabilité de la Direction d'une importante entreprise de transport, que nous tenons à remercier ici, nous avons eu la possibilité d'effectuer quelques dosages de CO dans l'atmosphère des autobus de cette Compagnie.

Nous rapportons ici les résultats.

Les dosages furent effectués selon la « Méthode au sang » préconisée par Kohn-Abrest. On sait depuis Vogel qu'en agitant avec du sang dilué, de l'air contenant CO, ce gaz est fixé par la solution de sang, laquelle prendra par conséquent les caractères spectroscopiques du sang oxycarboné. Ogier et Kohn-Abrest reprirent ce principe en 1905 et l'adaptèrent au dosage de CO dans des atmosphères très faiblement oxycar-

bonées, après élimination de l'oxygène de l'air par agitation avec de l'hydrosulfite de soude.

DESCRIPTION DU DISPOSITIF. — L'appareil construit par Leune est constitué par un flacon jaugé, d'une capacité de 2.000 cc. et portant une échelle graduée de 100 cc. en 100 cc. Ce flacon F est muni à sa base et latéralement d'un rodage à robinet. Au col un bouchon également rodé. Sur ce bouchon, une tubulure centrale à robinet dont la partie supérieure forme



godet et une tubulure latérale avec rodage normalisé (l'appareil dont nous nous sommes personnellement servi ne possédant pas ce rodage, nous avons simplement utilisé un raccord en caoutchouc étanche). L'évasement du godet de la tubulure centrale est rodé. Il s'adapte à un récipient en verre constitué par une ampoule A cylindrique à robinet R' à sa base et munie d'un bouchon à émeri au col.

Cette ampoule A, d'une contenance de 250 cc, est graduée de 25 en 25 cc.

La tubulure T s'adapte par notre raccord caoutchouté à un barboteur de Winckler à spirale, comportant, suivant la technique de Nicloux, un méplat à faces parallèles pour l'examen spectroscopique direct.

Un spectroscope de poche complète le dispositif.

PRINCIPE DE L'OPÉRATION. — L'air prélevé est débarrassé de son oxygène, puis agité avec une solution diluée de sang qui fixe le CO et le révèle au spectroscope par l'apparition du spectre de la carboxyhémoglobine.

DETAILS. — 1°) L'air est prélevé dans le flacon par écoulement d'eau dont il a été préalablement rempli.

2°) Cet air est débarrassé d'oxygène dans le flacon F même au moyen d'hydrosulfite de soude en solution sodique. Par flacon de 2 litres, il faut employer :

Hydrosulfite de soude	30 grammes
Eau	115 cc
Lessive de soude	10 cc

Préparer cette solution dans l'ampoule A maintenue bouchée. L'adapter au flacon F, déboucher A, ouvrir avec précaution les robinets R et R' en laissant R'' fermé ; introduire ainsi le liquide dans le flacon F. Agiter énergiquement à plusieurs reprises pendant 10 minutes environ ; l'oxygène étant absorbé il s'est créé dans le flacon une dépression, que l'on compense en faisant couler de l'eau versée dans l'ampoule A.

3°) Garnir alors le barboteur à spirale D de 20 CC de la solution avec :

Eau distillée	16 cc
Sang	0 cc 2
Solution d'hydrosulfite de soude ammoniacale	2 cc

(Le sang de cobaye serait préférable, mais le sang de porc convient. Lorsqu'on le recueille, le traiter par 5/1.000 de fluorure de sodium, l'introduire dans un flacon avec des perles de verre, l'agiter au moment de l'emploi et le conserver au frigorifique.) La solution d'hydrosulfite de soude ammoniacale est obtenue extemporanément en dissolvant 0 gr. 060 d'hydrosulfite dans 2 cc de la solution avec :

Solution concentrée d'NH^3 à 22° B	2 cc
Eau	100 cc

4°) Adapter ce barboteur à la tubulure latérale T.

5°) Produire ensuite à travers la solution de sang le barbotage de l'air désoxygéné au moyen d'eau tombant goutte à goutte dans le flacon F, à raison de 100 cc en six minutes.

6°) On note alors le moment où les deux bandes de la carboxyhémoglobine se révèlent au spectroscope placé contre le méplat du barboteur convenablement éclairé.

INTERPRETATION DES RESULTATS. — On aura donc noté le volume de gaz qu'il aura fallu faire passer à travers la solution sanguine pour qu'elle présente les caractères spectroscopiques du sang oxycarboné. D'après ce volume, l'échelle de Florentin et Vandenberghe permet de connaître la teneur en CO de l'air primitif.

VOLUME D'AIR DÉSOXYGÉNÉ DÉPLACÉ EN CC	TENEUR EN CO DE L'AIR PRIMITIF EN 1/100.000
90	100.00
100	83.30
125	60.50
150	44.50
175	33.30
200	25.00
250	17.80
300	13.30
350	10.60
400	8.77
450	7.58
500	6.54
550	6.35
600	6.05
650	4.42
700	3.92
800	3.45
900	3.20
1.000	3.09
1.100	2.70
1.200	2.32
1.300	2.00
1.500	1.60
1.800	1.25
2.000	1.07
2.200	1.00

REMARQUE. — Par suite de sa grande sensibilité, ce procédé ne peut être employé ainsi pour des teneurs en CO supérieures à 1/1.000.

Si la teneur en CO est comprise entre 10/1.000 et 1/1.000, il faut diluer l'air prélevé dans 9 fois son volume d'air exempt de CO et opérer ensuite comme il vient d'être dit.

Si la teneur en CO est supérieure à 10/1.000, il faut diluer l'air dans 20, 50 ou 100 fois son volume d'air exempt de CO puis appliquer le procédé au sang.

Recherches personnelles

1re EXPÉRIENCE. — A l'arrivée à Bordeaux, d'un autobus de la ligne La Réole-Bordeaux, autobus muni d'un appareil à gazogène au bois, nous prélevons 2.000 cc d'air, cinq minutes après l'arrêt du moteur. L'air est pris à la place du conducteur, à 40 cm. au-dessus du plancher. Le générateur et l'épurateur sont à l'arrière de la voiture ; le tuyau de sortie du ventilateur court verticalement sur le côté gauche de la cabine. 38 passagers ont quitté l'autocar.

Volume prélevé	2.000 cc
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé	450 cc
Volume d'air désoxygéné déplacé	1.100 cc
Teneur en Oxyde de carbone en 1/100.000	2.70

2e EXPERIENCE. — A l'arrivée à Bordeaux, d'un autobus de la ligne Lesparre-Bordeaux, autobus Berliet, spécialement construit pour la traction à gazogène au bois, nous prélevons 2.000 cc d'air, deux minutes après l'arrêt du moteur. L'air est pris au fond du véhicule au pied de la banquette arrière. Le générateur et l'épurateur sont à l'arrière du véhicule ; le tuyau de sortie du ventilateur est situé sous le pare-choc avant, à 30 centimètres du sol. 28 passagers ont quitté le car.

Volume prélevé	2.000 cc
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé	530 cc
Volume d'air désoxygéné déplacé	1.600 cc

Les 2 bandes d'absorption ne sont pas encore visibles avec

ce volume. Teneur en Oxyde de Carbone en 1/100.000 ..... moins de 1.25

3e EXPÉRIENCE. — Prélèvement de 2.000 cc d'air à 2 cm. de l'orifice de sortie du tuyau du ventilateur d'un vieux camion muni secondairement d'un gazogène au bois. Générateur et épurateur de chaque côté de la cabine du conducteur. Tuyau du ventilateur sous l'aile avant gauche. Le prélèvement est fait, ventilateur arrêté depuis 20 secondes, après cinq minutes de marche.

a) Volume prélevé ..... 2.000 cc
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé ..... 420 cc
Volume d'air désoxygéné déplacé 5 cc à peine

Les deux bandes d'absorption apparaissent presque instantanément.

Teneur en Oxyde de Carbone en 1/100.000 : plus de 10/10.000

b) Nous procédons alors à la dilution de l'air à 1/40 et nous répétons le dosage.

Volume initial ..... 2.000 cc
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé ..... 580 cc
Volume d'air désoxygéné déplacé 125 cc
Teneur en Oxyde de Carbone en 1/100.000 ... 60.5
Soit pour l'air initial
Teneur en Oxyde de Carbone ..... 2.42 %

4e EXPÉRIENCE. — A l'arrivée à Bordeaux, d'un car de la ligne Cadillac-Bordeaux, autobus spécialement aménagé avec gazogène au bois, nous prélevons 2.000 cc dans la cabine du conducteur, isolée du reste du véhicule par une cloison vitrée. Le moteur est à côté du siège du conducteur. Le générateur et l'épurateur sont à l'arrière, dans la carrosserie. Le tuyau de sortie du ventilateur est situé sous le pare-choc avant, à 35 cm.

du sol. Le prélèvement est fait 2 minutes après l'arrêt du moteur, à 20 cm. de celui-ci.

Volume prélevé	2.000 cc	
Volume d'oxygène et de gaz carbonique déplacé	610 cc	
Volume d'air désoxygéné déplacé	900 cc	
Teneur en Oxyde de Carbone en 1/100.000		3.20

5e EXPÉRIENCE. — Prélèvement de 2.000 cc d'air à l'intérieur de la cabine d'une voiture conduite intérieure, transformée depuis 4 ans en camionnette munie d'un gazogène à charbon de bois. Générateur et épurateur sont de chaque côté de la cabine. Le tuyau de sortie du ventilateur est appliqué contre le montant gauche du parebrise. Le prélèvement est fait après une dizaine de minutes de marche du moteur au ralenti, dans le garage.

Volume prélevé	2.000 cc	
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé	570 cc	
Volume d'air désoxygéné déplacé	175 cc	
Teneur en Oxyde de carbone en 1/100.000		33.3

6e EXPÉRIENCE. — Prélèvement de 2.000 cc d'air à l'intérieur de la cabine d'un camion muni secondairement depuis 1940 d'un gazogène au bois. Le véhicule est fort usagé. Les joints des diverses parties du gazogène paraissent assez peu hermétiques. Générateur et épurateur à l'arrière de la cabine. Tuyau de sortie du ventilateur sous l'aile gauche avant, à 20 cm. environ de la porte de la cabine.

Le prélèvement est fait le matin, au départ du garage ; le ventilateur a marché cinq minutes environ, le moteur tourne depuis deux minutes.

Volume prélevé	2.000 cc
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé	720 cc

Volume d'air désoxygéné déplacé .. 190 cc
Teneur en Oxyde de carbone en 1/100.000 26

Jusqu'ici les expériences que nous venons de rapporter ont été faites sous des hangards non fermés où, par suite, la ventilation peut s'exercer librement. Celles que nous allons relater maintenant ont été faites dans des conditions différentes.

Les dosages ont été réalisés dans un petit garage particulier de 4 m. × 3 m. 50 × 3 m. où se garait une voiture Citroën 11 CV munie d'un gazogène au bois. Générateur et épurateur se trouvaient à l'avant de la voiture. Le tuyau de sortie du ventilateur courait le long du montant gauche du parebrise. Le véhicule et le gazogène étaient en parfait état. Toutes les expériences furent faites au garage le matin.

7e EXPÉRIENCE. — Prélèvement de 2.000 cc d'air fait dans la voiture à la place du chauffeur, après cinq minutes de marche du ventilateur et cinq minutes de marche du moteur, toutes fenêtres closes.

Volume prélevé ..... 2.000 cc
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé ..... 650 cc
Volume d'air désoxygéné déplacé .. 950 cc
Teneur en Oxyde de carbone en 1/100.000 .. 3.13

8e EXPÉRIENCE. — Prélèvement de 2.000 cc d'air à hauteur de l'orifice de sortie du ventilateur, à 60 centimètres environ de cet orifice, après 8 minutes de marche du ventilateur.

Nous diluons immédiatement l'air à 1/40.

Volume prélevé ..... 2.000 cc
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé ..... 700 cc
Volume d'air désoxygéné déplacé .. 165 cc
Teneur en Oxyde de carbone en 1/100.000 ... 40.5
Soit pour l'air initial
Teneur en Oxyde de carbone ..... 1.62 %

9e EXPÉRIENCE. — Prélèvement de 2.000 cc d'air à la sortie du tuyau d'échappement, à environ 15 centimètres de l'orifice, après cinq minutes de marche du moteur.

Volume prélevé	2.000 cc	
Volume d'air désoxygéné déplacé	550 cc	
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé	830 cc	
Teneur en Oxyde de carbone en 1/100.000		6.35

10e EXPÉRIENCE. — Prélèvement de 2.000 cc d'air du garage, toutes portes closes, après cinq minutes de marche du ventilateur et cinq minutes de marche du moteur. L'air est pris à 65 centimètres de la voiture, à 50 centimètres du sol.

Volume prélevé	2.000 cc	
Volume d'oxygène et de gaz carbonique absorbé	450 cc	
Volume d'air désoxygéné déplacé	300 cc	
Teneur en Oxyde de carbone en 1/100.000		13.3

Nous aurions désiré pouvoir multiplier nos expériences. Malheureusement, par suite des circonstances, il nous fut impossible de nous approvisionner convenablement en réactifs, particulièrement en hydrosulfite de soude.

Nous avons d'autre part recherché si le contact répété avec ces atmosphères légèrement oxycarbonées entraînait des modifications dans la formule leucocytaire. Nous avons établi cette formule chez 6 chauffeurs d'entreprises différentes, sujets qui conduisent des gazogènes journellement depuis plusieurs années.

Les formules trouvées furent les suivantes, la prise du sang ayant été faite chez tous les sujets, vers 9 heures du matin, et les étalements colorés par la méthode panoptique de Pappenheim (coloration mixte par le mélange de May-Grunwald et le liquide de Giemsa).

	M. L. 28 ans chauffeur DEPUIS 1940	M. V. 30 ans chauffeur DEPUIS 1940
Polynucléaires neutrophiles	56	60
Polynucléaires basophiles	0	0
Polynucléaires éosinophiles	1	2
Grands lymphocytes	13	18
Petits lymphocytes	23	17
Grands mononucléaires	7	3

	M. A. 45 ans chauffeur DEPUIS 1941	M. A. 36 ans chauffeur DEPUIS 1941
Polynucléaires neutrophiles	58	72
Polynucléaires basophiles	0	0
Polynucléaires éosinophiles	1	1
Grands lymphocytes	15	10
Petits lymphocytes	21	15
Grands mononucléaires	5	2

	M. R. 33 ans chauffeur DEPUIS 1943	M. S. 39 ans chauffeur DEPUIS 1944 (Ancien prisonnier)
Polynucléaires neutrophiles	64	75
Polynucléaires basophiles	0	0
Polynucléaires éosinophiles	3	0
Grands lymphocytes	10	7
Petits lymphocytes	20	8
Grands mononucléaires	3	10

Exceptée la formule leucocytaire de M. S..., toutes les formules trouvées sont normales. Pour M. S... il se pourrait que son état sanguin soit une conséquence des grandes fatigues subies lors de son long séjour dans les camps de prisonniers. Nous ne croyons pas logique d'incriminer les émanations de CO, puisque les cinq autres sujets présentent des formules banales. Faisons remarquer que ces chauffeurs conduisaient tous des véhicules équipés de gazogènes modernes.

Quelles conclusions tirer de ces examens personnels ?

Nous remarquons tout d'abord que les teneurs en CO des gazogènes modernes sont assez nettement inférieures à celles trouvées, il y a quelques années, par la commission d'expérimentation du matériel de l'Armée. Depuis cette époque, la construction et le montagne des gazogènes ont fait des progrès ; d'où un meilleur isolement des cabines.

En moyenne, nous pouvons admettre à l'intérieur des cars spécialement construits pour gazogène au bois, une teneur en CO de trois pour cent mille, ce qui est un chiffre très bas et permet d'affirmer que, dans les conditions normales d'utilisation des véhicules à gazogène, ce mode de transport est inoffensif.

La teneur en oxyde de carbone est beaucoup plus forte dans le cas où il s'agit d'un gazogène monté secondairement sur une voiture primitivement conçue pour la traction à essence, ou dans le cas de gazogènes usagés dont les joints, par suite des heurts et des cahots, ne sont plus hermétiques. Nous avons dans ces cas trouvé environ trente pour cent mille d'oxyde de carbone. Certes ce n'est encore qu'une quantité minime de CO, mais cependant si nettement supérieure à celle que nous avons précédemment notée, qu'il est nécessaire d'en tenir compte.

Notre 5e expérience, qui a porté sur une voiture équipée secondairement d'un gazogène à charbon de bois ne permet pas évidemment à elle seule de rendre le charbon de bois responsable de la haute teneur en CO de l'air de la cabine. Néanmoins, étant donné qu'il s'agissait d'une voiture en bon

état avec gazogène bien entretenu, il nous semble logique d'incriminer malgré tout le combustible.

Par contre, la teneur en oxyde de carbone des gaz émis par le ventilateur est fort toxique et le chiffre de 2.40 % que nous avons trouvé rend bien compte de la gravité des intoxications survenant au moment de la mise en marche.

La faible teneur en oxyde de carbone de l'atmosphère des voitures ainsi équipées de gazogènes modernes explique les formules leucocytaires banales que nous avons établies.

Traitement

A. — TRAITEMENT DE L'INTOXICATION AIGUE.

L'intoxiqué ayant été soustrait à l'atmosphère toxique doit être placé dans un endroit largement aéré. Ses vêtements desserrés, le malade est réchauffé aussitôt. Si l'intoxiqué n'a pas perdu connaissance, il faut lui épargner tout effort en le transportant couché. Lors du retour à l'air libre, une syncope est possible ; l'administration d'alcool doit être interdite.

Sans aucune perte de temps, le traitement doit être mis en œuvre. Cot a pu écrire : « Traiter le malade immédiatement et sur place est souvent la seule chance de succès. »

Quels sont donc les moyens à la disposition du médecin ?

1°) LA RESPIRATION ARTIFICIELLE. — Doit être employée d'urgence chaque fois que les mouvements respiratoires spontanés sont abolis. Elle peut être utilisée de trois façons :

a) Suivant les méthodes manuelles de ranimation bien connues, méthodes de Silvester, de Schäfer, de Nielsen ou méthode mixte Schäfer-Nielsen. Toutes ces manœuvres peuvent être utilement accompagnées de la manœuvre de Laborde (tractions rythmées de la langue) ou du massage indirect du cœur par compression rythmée du thorax.

b) Suivant les méthodes mécaniques appliquées par les organisations des centres urbains grâce aux appareils de Panis, de Chéron, de Cot ou d'Hederer.

c) Certains centres enfin utilisent le Biomotor d'Ensenmerger, par lequel on excite les muscles respiratoires par le courant électrique. Cet appareil très fragile demande

à être manipulé par des spécialistes, ce qui en réduit beaucoup l'emploi.

2°) L'OXYGÉNOTHÉRAPIE ET LA CARBOGENOTHÉRAPIE sont, croyons-nous, les grands remèdes de l'intoxication oxycarbonée.

L'oxygène a une action double : il chasse le gaz toxique — il se dissout dans le sang et augmente sa capacité respiratoire. Quant au carbogène, c'est un excitant du centre respiratoire qui, provoquant une augmentation de l'amplitude des mouvements respiratoires, accélère la dissociation de la carboxyhémoglobine. En outre, il élève légèrement la tension artérielle par action directe sur le myocarde d'après Starling, par action sur le centre vasomoteur pour Dubois, Koch et Golsdtein. Ce traitement peut être appliqué de différentes manières, en se rappelant que l'oxygène doit être donné sous pression ; en effet, plus la masse d'oxygène arrivant au contact du sang sera considérable, plus l'élimination de CO sera rapide.

Il est ainsi possible de réaliser l'oxygénothérapie : soit par voie respiratoire (c'est la méthode la plus fréquemment utilisée), soit par voie sous-cutanée (peu efficace).

Cot a proposé aussi l'oxygénothérapie par voie sanguine, en pratiquant une autotransfusion de sang réoxygéné. Le sang est prélevé au malade, il est oxygéné aussitôt et réinjecté ensuite.

L'auteur propose également d'injecter directement l'oxygène dans la veine à raison de 8 à 9 cc par minute en ne dépassant pas 2 à 300 cc.

Le gaz injecté se fixant immédiatement, on ne risquerait pas d'embolie gazeuse.

Cette méthode ne semble pas avoir été souvent mise en pratique ; on pourrait également songer à l'introduction d'une sonde dans les voies aériennes, selon la méthode de Volhard.

3°) LA SAIGNÉE a donné lieu à de nombreuses discussions. Nicloux n'en est pas partisan, le globule rouge n'étant

mis que temporairement hors de service par l'oxyde de carbone. Cot la préconise, se basant sur la fréquence des signes de congestion œdémateuse du poumon.

Il semble qu'elle ne doive pas être systématique ; mais dès qu'il y a cyanose avec encombrement des bases pulmonaires, nous pensons que l'intérêt du malade la commande. Elle sera de 200 à 500 cc suivant l'état du sujet.

4°) LES ANALEPTIQUES CARDIO-RESPIRATOIRES. —

Le Camphre, sous forme d'huile camphrée, éthéro-camphrée ou alcoolo-éthéro-camphrée, ou de solutions aqueuses peut être utilisé en injections sous-cutanées ou intra-veineuses (2 cc poussés lentement).

La Coramine (dérivé diéthylamidé de l'acide pyridine β carbonique ou nicotinique) peut s'employer à la dose de 1 cc sous-cutanée (4 cc par 24 heures au maximum). Son emploi répété conduit à la fibrillation cardiaque, d'où son danger.

Le Pressyl, agissant sur la tension artérielle par la pressédrine, sur le cœur et les centres respiratoires par la camphramine, peut se faire intra-veineux ou sous-cutané (2 cc répétés à de courts intervalles si nécessaires).

5°) LES TRAITEMENTS ACCESSOIRES :

a) L'excitation mécanique du centre respiratoire par la ponction lombaire ou le réchauffement du bulbe (massage de la région cervicale postérieure ou application de compresses chaudes).

b) Les déprimants des cellules ganglionnaires des systèmes ortho et parasympathiques :

La Lobelîne agit par l'intermédiaire des sinus carotidiens sur la fréquence et l'amplitude respiratoires. Mais elle est hypotensive. Ch. Flandin la déconseille.

La Spartéïne par voie hypodermique (injection de 5 à 20 centigrammes) est un bon tonicardiaque et un stimulant respiratoire.

L'Adrénaline ne doit être utilisée qu'en cas d'extême urgence (comme dans tous les états syncopaux en injections intra-veineuses ou intra-cardiaques de 1/8 ou 1/4 de milligramme de chlorydrate d'adrénaline.

L'Ephédrine stimulant cardiorespiratoire, provoque, en outre, une contraction splénique réalisant rapidement une polyglobulie (autotransfusion de Binet).

La Caféine peut donner de très bons résultats mais son action est courte et brutale.

6°) LA TRANSFUSION. — Ne trouve pas sa place, croyons-nous, dans ce traitement d'urgence, sa mise en œuvre ne pouvant être que tardive.

7°) LES CORPS CONSIDÉRÉS COMME DES ANTIDOTES DE CARBONE :

a) Le Soufre colloïdal, préconisé par Artault de Vevey, en 1929.

b) L'Hyposulfite de Soude, utilisé par Rouslacroix et Legrand (1930).

c) Le Bleu de Méthylène : son emploi est basé sur la propriété du bleu de méthylène de rendre 20 à 30 fois plus active la combustion du glucose par les globules rouges du lapin. Il est logique, en effet, de se servir de ce puissant oxydoréducteur dans une intoxication dont l'élément essentiel est l'inhibition de l'action oxydoréductrice de l'hémoglobine par suite de sa combinaison fort stable avec CO. Geigert injectait 50 cc d'une solution de bleu de méthylène à 1 % dans du sérum physiologique. Mais certains auteurs (Haggard, Greenberg, Buzzo, Crisler) déclarèrent ce produit nuisible, produisant de la méthémoglobine dont la présence entraîne angoisse, oppression, paresthésie, diarrhée, anémie avec hémoglobinurie. Brooks, Deutsch et Weiss ont préconisé la thérapeutique par injection intra-

veineuse de 20 cc d'une solution de bleu de méthylène à 0.25 % dans du glucose à 10 %, ce dernier ayant la propriété, in vitro, de transformer la méthémoglobine en oxyhémoglobine.

Si nécessaire, l'injection peut être renouvelée après demi heure d'attente.

d) La Thionine a, depuis quelques années, remplacé, en Allemagne, le bleu de méthylène. C'est un colorant violet qui possède l'avantage d'être plus actif et de ne pas provoquer, comme lui, la formation de méthémoglobine. Les auteurs conseillent d'injecter 10 cc d'une solution à 0.5 %.

8°) L'ACTINOTHÉRAPIE. — Haldane, puis Hartridge ont montré que la lumière accélère la dissociation de la carboxyhémoglobine en présence d'oxygène. Les rayons ultra-violets agissent encore davantage (Benard et Biancani). Cot pense que cette thérapeutique agit surtout en luttant contre le spasme artériel et en activant la circulation. Mais depuis 1931, peu d'auteurs semblent avoir utilisé cette méthode, qui ne paraît pas ainsi devoir être retenue.

9°) LA NOVOCAINE INTRA-VEINEUSE. — Bezançon et Laroche ont injecté à plusieurs intoxiqués graves 5 cc de novocaïne à 1 % avec 25 % de succès. Il semble qu'il puisse être bon d'essayer ce procédé précocement dès que le carbogène a chassé complètement l'oxyde de carbone présent dans le sang.

Parmi tout cet arsenal thérapeutique, le médecin appelé d'urgence auprès d'un intoxiqué doit faire son choix. Le traitement appliqué par le Corps des Sapeurs-Pompiers de Bordeaux nous paraît le plus sage :

Respiration artificielle, s'il y a lieu, à l'aide de l'appareil de Cot.

Inhalations de Carbogène.

Saignée, dès qu'il y a cyanose.

Solucamphre caféïné : intra-musculaire dans les intoxications légères.
intra-veineux (10 cc) dans les cas graves (mort apparente).

Les résultats obtenus confirment la valeur de cette thérapeutique.

Dans le cas où le malade resterait dans le coma après son transport à l'hôpital ou à la clinique, des injections intraveineuses de bleu de méthylène ou de novocaïne pourraient être pratiquées avec succès.

S'il persistait des séquelles nerveuses, l'atropine et la vitamine B peuvent rendre d'immenses services.

B. — TRAITEMENT DE L'INTOXICATION CHRONIQUE.

En face d'une intoxication chronique, la soustraction du sujet à la source de CO suffit en général pour faire disparaître tous les troubles dont se plaignait le malade. L'amélioration est souvent très rapide, même lorsqu'existent des troubles graves.

Cependant l'oxyde de carbone persistant dans le sang de façon prolongée, il est utile d'en hâter l'élimination par quelques inhalations de carbogène, de 10 à 15 minutes par heure et répétées 3 à 4 fois par jour pendant plusieurs semaines, suivant l'importance des troubles.

Mais le traitement de cette oxycarbonémie chronique ainsi conduit est encore très décevant.

Partant de l'idée qu'un apport de produit suroxygéné favoriserait la défixation de CO du sang, Gerber a institué, chez des malades présentant une oxycarbonémie chroniquement élevée, un traitement par l'essence de térébentine ozonisée en suspension aqueuse. Par administration orale, l'auteur de cette thérapeutique a obtenu des résultats très favorables et des réductions notables du taux de l'oxyde de carbone ont été acquises en quelques semaines. L'administration de ce

produit par une voie plus active (injection intra-musculaire ou intra-veineuse) serait peut-être plus efficace, mais il ne s'agit là que d'une hypothèse, la mise en pratique de cette méthode n'ayant pas encore eu lieu.

Quant au traitement des différentes manifestations de l'intoxication chronique, il comporte l'utilisation judicieuse des antianémiques, antialgiques, etc...

C. — TRAITEMENT PROPHYLACTIQUE.

L'utilisation des gazogènes pour l'alimentation des véhicules automobiles pose la question de sécurité pour le personnel habitué à travailler sur ces véhicules.

Nous avons vu par les diverses observations citées et par l'étude des conditions dans lesquelles surviennent les accidents qu'indépendamment des dangers créés par les fuites sur le parcours des canalisations, il existe des risques importants dans les garages même ou stationnent les automobiles.

Ces risques peuvent être supprimés grâce à l'application stricte des règles suivantes, qui ne font que compléter les prescriptions de l'arrêté inter-ministériel du 19 septembre 1940 :

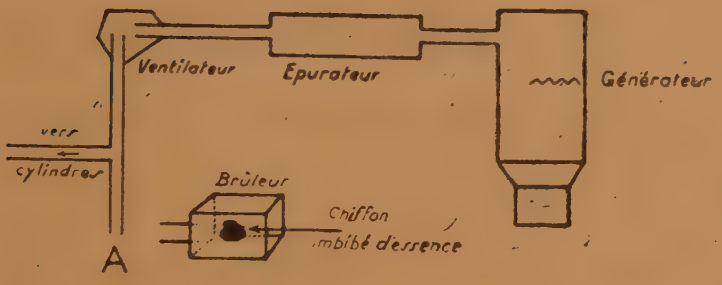
1°) Supprimer les gazogènes à charbon de bois, causes de 75 % des accidents environ.

2°) Placer le tuyau de sortie du ventilateur au-dessus du toit de la carrosserie, la dernière portion de ce tuyau faisant un angle de 60° avec la portion verticale.

3°) Eviter toute dilution de CO dans un endroit qui ne soit pas largement aéré ; donc ne jamais allumer un gazogène dans un garage fermé, sans prendre la précaution d'évacuer au-dehors les gaz produits par une tuyauterie étanche appropriée.

Il est bien préférable, d'ailleurs, de l'allumer à l'extérieur ; mais il peut être impossible, parfois, à un chauffeur seul de sortir son véhicule sans mettre le moteur en marche. Dans ce cas, un dispositif fort simple permet d'empêcher les accidents.

Il suffit d'enflammer CO à la sortie du ventilateur et à une certaine distance de cet appareil, grâce à l'adjonction d'un tuyau, de manière que la flamme soit éloignée du véhicule. Quand la flamme est bleue, le mélange est riche en CO et peut être envoyé dans le moteur.



4°) Aérer la cabine pendant l'allumage et pendant le premier kilomètre après le départ. N'y pas tolérer de fenêtres fermées pendant que seul tourne le ventilateur.

5°) Ne pas laisser tourner le moteur au ralenti dans un garage fermé ; ne pas laisser le couvercle de trémie ouvert.

6°) Ne jamais se glisser sous un véhicule pendant que le moteur tourne au ralenti.

7°) Décrasser autant que possible à l'extérieur. A défaut, décrasser au-dessus d'un récipient métallique qui sera porté aussitôt au dehors. Assurer une bonne ventilation pour détruire l'effet des émanations possibles des gaz.

8°) Eteindre le gazogène le soir, si un veilleur demeure dans le garage ou dans une chambre voisine.

Si on peut laisser le gazogène allumé, ne séjourner dans la remise qu'après en avoir bien renouvelé l'air.

9°) Eviter de dormir dans le véhicule en laissant le gazogène en veilleuse.

10°) Au cours du rechargement, alors que le gazogène est allumé, laisser tourner le moteur ou mettre en marche le venti-

lateur. Lorsque le couvercle de la trémie est enlevé, éviter, pour recharger ou briser une voûte, de se pencher pour regarder dans la trémie. Il se peut, en effet, qu'une petite explosion se produise par suite du mélange d'air et de gaz. On recommande même de lancer une allumette enflammée dans la trémie.

11°) Le générateur et l'installation d'épuration seront placés à l'arrière du véhicule et non à l'avant, en vue de combattre les risques d'infiltration des gaz à l'intérieur de la voiture.

12°) L'arrêté du Préfet de la Seine du 7 Août 1936 doit être scrupuleusement respecté ; il exige une surface de 15 m^2 pour chaque voiture, une ventilation qui ne se fera pas sur une courette ni au-dessous des fenêtres de locaux d'habitation. Si on ne peut pratiquer une baie d'aération, on utilisera des trémies de dimensions suffisantes et munies, si besoin est, d'appareils mécaniques pour obtenir le renouvellement de l'air 3 fois par heure au moins.

Outre ces mesures prophylactiques banales, il semble qu'il y aurait intérêt à installer dans les garages où stationnent un nombre important de véhicules, des appareils détecteurs qui rendraient, croyons-nous, de grands services.

De plus, étant donné qu'un intoxiqué par l'oxyde de carbone réclame des soins d'extrême urgence, il y aurait lieu d'éduquer, dans chaque centre, un certain nombre d'ouvriers chargés de donner les premiers soins, en attendant l'arrivée du médecin ou du Corps spécialisé des Sapeurs-Pompiers, dans les grandes villes ; une trousse de première urgence pourrait être mise à leur disposition.

Faire vite, traiter largement par l'oxygène toujours, par la respiration artificielle quelquefois, telle serait la consigne reçue par ce personnel. Il nous semble, à ce point de vue, que ces mesures de secourisme d'urgence ne sont pas suffisamment connues du public. Dans les grands garages, il y aurait donc intérêt à apposer des affiches indiquant la marche de la thérapeutique.

CONCLUSIONS

1°) Les intoxications oxycarbonées par gazogène sont fréquentes mais nous paraissent assez rarement mortelles ; d'après la statistique qui nous a été fournie au cours d'une enquête régionale, la mortalité serait de 1,5 % des cas environ.

2°) Survenant surtout l'hiver, elles se produisent principalement sur des véhicules équipés de gazogènes à charbon de bois, au moment de la mise en marche du ventilateur, par suite du montage fréquemment défectueux de son tuyau de sortie. Les dosages que nous avons effectués à ce niveau nous ont montré d'une façon constante, des taux élevés en oxyde de carbone : dans un cas, cette teneur était de l'ordre de 2,5 %.

L'imprudence des conducteurs (réparation du moteur, repos dans la cabine au moment où le ventilateur est en marche) entraîne également un grand nombre d'accidents.

3°) Les gaz d'échappement du moteur ne sont que pour une très minime part responsables des accidents ; d'après nos recherches personnelles, le taux de CO de ces gaz est de l'ordre de 6 à 7 pour 100.000, ce qui est un chiffre particulièrement bas.

4°) Dans les conditions normales d'utilisation des véhicules spécialement aménagés en vue de l'emploi des gazogènes, la teneur en CO des cabines est minime (3/100.000 en moyenne). Dans ces conditions, nous avons pu constater que le contact répété avec ces doses infimes de CO n'entraînait aucune modification des formules leucocytaires.

La teneur en CO est environ dix fois plus forte dans le cas de gazogènes usagés ou de gazogènes mis en place secondairement.

5°) Dans l'air des garages où stationnent de nombreux véhicules, la teneur en CO peut s'élever jusqu'à 1/3.000. Il s'agit là de doses nettement toxiques et des précautions doivent être prises si l'on veut éviter soit des accidents aigüs, soit des manifestations chroniques.

6°) L'oxygénothérapie et la carbogénothérapie, après respiration artificielle, s'il y a lieu, constituent les traitements de choix. Les autres thérapeutiques proposées n'ont guère qu'un rôle adjuvant.

7°) Les mesures prophylactiques que l'on doit envisager sont les suivantes :

Suppression des gazogènes à charbon de bois ;
Montage plus rationnel du tuyau de sortie du ventilateur, qui trop souvent est situé le long du parebrise contre la carrosserie.
Création, dans chaque garage, d'une équipe de premier secours.

Nous estimons que ces mesures doivent permettre, sinon de faire disparaître ces accidents, du moins d'en atténuer considérablement la gravité.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et, s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes, et si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu : *Le Doyen,*
DUPÉRIÉ.

Vu, bon a imprimer :
Pour le Président,
DERVILLÉE.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER:
Bordeaux, le 4 Juin 1945.
Pour le Recteur,
Le Vice-Président du Conseil de l'Université,
DELAGE.

Bibliographie

Les circonstances actuelles ont parfois rendu difficiles les recherches bibliographiques. Nous n'aurions pu nous procurer certains articles sans l'obligeance des « *Fichiers du Monde Médical* ». Nous sommes heureux de leur adresser ici nos remerciements.

DEHAGUE. — Intoxication aiguë par gaz d'échappement des moteurs d'automobile. (*Soc. de Neurologie*) 31 mars 1938.

J. BESANÇON, Ch. LAROCHE. — (*Soc. Méd. Hop. Paris*) 26-10-1943.

BINET. — Rapports sur les accidents produits par les appareils de chauffage. (*Ac. de Médecine*) 19-11-1940. (*Ac. de Médecine*) 26-11-1941.

G. BOUDIN. — Etude clinique et thérapeutique de l'intoxication par CO. (*Concours Médical* n° 14), 1-4-1943, page 271.

BOURCIER. — Automobiles à gazogènes. (*Librairie Garnier*), 1941.

CASTROVILLI. — (*Ressegna di méd. indust.*) T. 10 1-16 janv. 1939.

COLMANT. — Manuel des automobiles à gazogènes (*Ed. Chiron*), 1940.

COT. — (*Presse Médicale*), n° 92, 13-12-1939, p. 1.623.

H. DESOILLE. — Les troubles nerveux dûs aux asphyxies aiguës. (*Lib. Le François, Paris*), 1932.

DUVOIR, POLLET, CHENEBAUT, TOURNEVILLE, TRUFFERT. — (*Bull. et Mem. Soc. Méd. Hôp. Paris*), n° 15, 5 mai 1939.

H. FLANDIN, J. VUILLEMIN. — L'Intoxication oxycarbonée. (*Masson, éditeurs*), 1942.

R. de Gaulejac, P. Dervillée. — A propos des accidents d'intoxication occasionnés par les gaz d'échappement des moteurs d'automobiles et d'avions. (*Soc. de Méd. et Chir. de Bordeaux*), 4 mars 1938.

L. Gerber. — Essai de traitement de l'oxycarbonémie chronique. (*Concours Médical*), n°s 47-48, 30-11-1944, p. 540.

E. Gilbrin. — Oxyde de carbone et circulation automobile. (*Progrès médical*), n° 16, 22 avril 1939, p. 548.

Kohn-Abrest. — Nouveau dispositif pour la recherche et le dosage sur place de CO par le procédé au sang. Annales des Falsifications et des Fraudes, n° 342, juin 1937, p. 263.

Lederer. — Le Scalpel. (*An.* 90, n° 12, 20-3-1937, p. 366.

Leroy. — (*Thèse de Lille*), 1920.

Limousin, Bernard, Griffiths. — Essai de traitement des intoxications par CO à l'aide du Bleu de Méthylène en intraveineuse associé aux inhalations de carbogène. (*Ac. de Médecine*), 16 avril 1935.

Loeper. — (*Bull. et Mém. Soc. Méd. Hôp. Paris*), n° 21-22 août 1941, p. 567.

Loeper, G. Gautier, J. Tonnet, P. Truffert. — L'intoxication oxycarbonée des gazogènes. (*Bull. Ac. de Médecine*), n° 5, 3-11-1942, p. 98.

Encore quelques mots sur les méfaits de l'oxyde de carbone par gazogène dans les garages. Protection n° 1. Janvier-Février 1942, p. 15.

Précautions à prendre avec les gazogènes à charbon de bois pour éviter les intoxications par l'oxyde de carbone. Protection n° 1, Janvier-Février 1942, p. 16.

Précautions à prendre avec les véhicules à gazogène. Protection n° 3, Mai-Juin 1941.

LOEPER, VARAY, CHASSAGNE. — Enorme azotémie dans une intoxication oxycarbonée aiguë. (*Soc. Méd. Hôp.*), 14 mars 1941.

Troubles cardiaques fugaces au cours d'une intoxication oxycarbonée aiguë. (*Soc. Méd. Hôp.*), 14 mars 1941.

LOEPER, BLOY, GILBRIN, TONNET. — L'oxycarbonémie endogène. (*Progrès Médical An.*) 14, n° 31, 19-12-1936.

MAFFEI. — (*Arch. di antrop. crim.*), 58 p., 671-678, 1938.

MARTLAND. — (*The journal of the american Médical association.*) V. CIII, n° 9, 1-11-1934, p. 643.

MAUPETIT-STEFANI. — Intoxication due aux gaz d'échappement. (*Journal de Médecine de Bordeaux*), V. 115, 1938, p. 558.

MINVIELLE. — (*Encyclopédie médico-chirurgicale « Urgence »*), 1re édition, 10-1939, n° 24.030 (5.).

PALUCH-SEKURACKI. — Intoxication chronique par CO chez les conducteurs d'autobus de Varsovie. (*Méd. deswiadez. i spol.*) T. 23 518-527, 1938.

PAVIOT. — L'intoxication lente par CO. (*Journal de Médecine de Lyon*), An. 19, n° 433, 20-1-1938, p. 39.

PIEDELIÈVRE, GRIFFON, DEROBERT. — Intoxication par gazogène. (*La Clinique*), n° 354, juin 1943, p. 211.

Encore quelques mots sur les méfaits de CO par gazogène dans les garages. Protection n° 1. Janvier-Février 1942, p. 15.

Précautions à prendre avec les véhicules à gazogène. Protection n° 3, Juin 1941.

PIEDELIÈVRE, DEROBERT. — L'oxyde de carbone en médecine légale. (*Paris Médecine*), n° 44-45, 10-11-1941, p. 245.

RAMOND. — (*Conf. de clinique médicale pratique*), 11e série.

REINWEIN. — (*Thérapie der Gegenwart.*) T. 78, n° 7, juillet 1937, p. 289.

ROUYER. — Etude des gazogènes portatifs. (*Lib. Dunod*), 1941.

SANGER, GILLIGAN, BANGER, MAINE, ORONO. — (*The journal of the american médical association.*) V. 114, n° 4, 27-1-1940, p. 324.

SCHMIDT. — (*Bull. Soc. Méd. Hôp. Paris*), 14 mars 1941, p. 304.

SECRÉTARIAT D'ETAT AU TRAVAIL. — Circulaire du 19-III-1941. Archives des maladies professionnelles. T. 3, n° 1-2, 1941, p. 93.

SEPTEMBRE, LEPOIVRE. — Le gaz des forêts. (*Ed. Berger-Levrault*), 194

STEINMANN. — (*Seitschrift für Kreislaufforschung.*) T. 29, n. 8, 15-4-1937.

URBAINE ET LA SEINE (Compagnie). — Quelques conseils pratiques de sécurité pour les véhicules à gazogène.

WEIGERT. — (*Thèse de Lyon*), 1934.

Nous aurions été heureux de pouvoir consulter également la thèse de HOLLIER-LAROUSSE : Intoxications par les gaz des gazogènes. (Thèse de Paris, 25 juin 1943.)

Malheureusement, les circonstances ne nous ont pas permis de l'avoir entre les mains.

Table des Matières

PAGES

AVANT-PROPOS 11

HISTORIQUE 13

DES GAZOGÈNES ET DES COMBUSTIBLES UTILISÉS.

Etude sommaire 15

Les Combustibles 18

LA CLINIQUE DES INTOXICATIONS PAR GAZOGÈNES . . . 23

Intoxications aiguës 25

Intoxications chroniques 35

CONDITIONS D'INTOXICATION 40

Recherches personnelles 46

TRAITEMENT 54

Traitement de l'intoxication aiguë 54

Traitement de l'intoxication chronique . . . 59

Traitement prophylactique 60

CONCLUSIONS 63

BIBLIOGRAPHIE 67